

Untersuchungen zur Häufigkeit
und Erscheinungsweise orthostatischer
Spätregulationsstörungen im Alter

von
Reinhold A. Kütt
aus 
Nürnberg



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546215_0089

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. K. Bachmann

Untersuchungen zur Häufigkeit und Erscheinungsweise orthostatischer Spätregulationsstörungen im Alter

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Reinhold A. Kütt
aus
Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten

Referent: Prof. Dr. E. Lang

Korreferent: Prof. Dr. K. Bachmann

Tag der mündlichen Prüfung: 07.07.1980

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
I. EINLEITUNG	1
1. Physiologisches Verhalten des Kreislaufs bei orthostatischen Belastungen	2
a) Frühorthostase	2
b) Spätorthostase	7
2. Pathophysiologie orthostatischer Kreislaufregulationsstörungen	8
a) Einteilung nach Schellong	11
b) Einteilung nach Delius	12
c) Einteilung nach Thulesius	13
3. Orthostatische Kreislaufregulationsstörungen beim älteren Menschen	14
II. METHODIK	15
1. Untersuchungsgut	15
2. Untersuchungsang	16
3. Die Registrierung und Bestimmung der einzelnen Kreislaufgrößen	17
a) EKG und Pulsfrequenz	17
b) Blutdruck	17
c) Pulswelle	18
d) Herzschall	19
4. Statistische Methoden	19
III. ERGEBNISSE	21
1. Die Altersgruppen im Vergleich	21
a) Systolischer Blutdruck	21
b) Diastolischer Blutdruck	22
c) Blutdruckamplitude	24

	<u>Seite</u>
d) Herzfrequenz	26
e) Dikrotiequotient	29
2. Orthostatische Kreislaufregulationsstörungen	31
3. Kasuistik	34
a) Hypertone Regulationsstörung nach Thulesius	34
b) Sympathikotone Regulationsstörung nach Thulesius	34
c) Asympathikotone Regulationsstörung nach Thulesius	35
d) Hyperdiastolische Regulationsstörung (nach Delius) bzw. Hypotone Regulationsstörung (nach Schellong)	36
e) Hyperdiastolische Regulationsstörung (nach Delius) bzw. Hypodyname Regulationsstörung (nach Schellong)	36
IV. DISKUSSION	37
V. ZUSAMMENFASSUNG	45
VI. ANHANG	
Abbildungen und Tabellen	48
VII. LITERATURVERZEICHNIS	64

I. EINLEITUNG

Die orthostatische Kreislaufdysregulation ist ein Symptomenkomplex, der in der heutigen Medizin insbesondere wegen der hohen Inzidenz von großer Bedeutung ist.

Die Symptome des Orthostasesyndroms reichen von Schwarzwerden vor den Augen über Schwindel, Ohrensausen, Tachykardie bis hin zum orthostatischen Kollaps.

Die Schwere und Häufigkeit der durch die Orthostaseintoleranz bedingten Beeinträchtigungen machen verständlich, daß dieses Krankheitsbild vor allem auch ein erhebliches volkswirtschaftliches Problem darstellt. Nach einer Morbiditätsstatistik der AOK (Böhm, 1973) fielen 1969 2,6 Mill. Arbeitstage durch sogenannte hypotone Kreislaufregulationsstörungen aus.

Die Häufigkeitsangaben des Orthostadesyndroms reichen von 2 - 4 % der Bevölkerung (Böhm, 1973) bis 25 % (Lang, 1976).

Die Mehrzahl der bisher vorliegenden Untersuchungen befaßt sich mit orthostatischen Frühregulationsstörungen bei Probanden unabhängig vom Lebensalter. Einige Studien untersuchten die Frühregulationsstörungen bei Versuchspersonen über 65 Jahren.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Frage, in welchem Umfang orthostatische Spätregulationsstörungen bei Menschen über 60 Jahren auftreten und welche Besonderheiten das Verhalten der Blutdruckwerte, die Pulsfrequenz und der Dikrotiequotient aufweisen.

1. Physiologisches Verhalten des Kreislaufs bei orthostatischen Belastungen

Man unterscheidet beim Verhalten des Kreislaufs bei orthostatischen Belastungen eine Frühregulation innerhalb der ersten 20 - 40 Sekunden nach dem Aufstehen (Frühorthostase) und den anschließenden Zeitraum der Spätregulation (Spätorthostase).

a) Frühorthostase

Der Übergang vom Liegen zum Stehen führt zu einer Änderung der Druck- und Volumenverhältnisse in den Arterien und Venen der unteren Extremitäten.

Im Liegen beträgt der arterielle Mitteldruck im Unterschenkelbereich ca. 100 mm Hg, der venöse Druck ca. 15 mm Hg. Unmittelbar nach dem Aufstehen addiert sich zu dem vom Herzen erzeugten Blutdruck noch die durch die Erdschwerkraft bedingte hydrostatische Druckkomponente. Durch den Druckzuwachs bis 100 mm Hg steigt der arterielle Druck im Fuß bis 200 mm Hg an. In den Venen der unteren Extremitäten ist der hydrostatische Druck durch die zunächst noch geschlossenen Venenklappen segmental unterteilt und beträgt nur wenige mm Hg.

Dadurch, daß der arterielle Druck plötzlich steigt und der venöse Druck annähernd unverändert bleibt, steigt das arteriovenöse Druckgefälle zu Stehbeginn bis auf das doppelte des Ausgangswertes an, wodurch die Durchblutung in den unteren Extremitäten steigt.

Außerdem ist auch die Abnahme des peripheren Strömungswiderstandes in den unteren Extremitäten mitverantwortlich für die Durchblutungssteigerung (Barbey et al., 1966; Golenhofen et al., 1937).

Durch den gesteigerten arteriellen Einstrom bedingt werden die Venen in den unteren Extremitäten über das Kapillargebiet aufgefüllt, der venöse Rückstrom setzt wieder ein und die Venenklappen öffnen sich segmental. Nun wird der hydrostatische Druck auch in den Venen wirksam. Da die Venen und das sie umgebende Gewebe relativ dehnbar sind, führt der hydrostatisch bedingte Druckanstieg bis 100 mm Hg zu einer erheblichen Volumensteigerung in diesen kapazitiven Gefäßen. Die Größe dieses in die unteren Extremitäten verlagerten "versackenden" Blutvolumens beträgt 200 - 300 ml (Barbey u. Barbey, 1966; Caesar u. Hensel 1966; Bauer u. Henry, 1956; Jarmatz et al., 1976; de Marées et al., 1974; de Marées, 1970; de Marées u. Jarmatz, 1976; Rieckert, 1972; Rieckert, 1976).

Während die Venen aufgefüllt werden sind der venöse Rückstrom zum Herzen, der zentralvenöse Druck und der rechtsventrikuläre Füllungsdruck erniedrigt (de Marées et al., 1974; Beregard et al., 1960), der arterielle Einstrom in die unteren Extremitäten ist erheblich gesteigert. Folglich muß das linke Herz einige Sekunden lang mehr Blut auswerfen als das rechte Herz anliefern kann, wenn der Blutdruck auf dem Ausgangswert gehalten und die übrigen Körperabschnitte ausreichend mit Blut versorgt werden sollen.

Da die zirkulierende Blutmenge bei guter Kreislaufregulation nicht sinkt (Schellong u. Lüderitz, 1954) muß Blut aus den Blutspeichern in den Kreislauf einströmen. Als Blutspeicher dient dabei nur in geringem Maße das Splanchnikusgebiet (Frey, 1940). Dieses Depotblut muß erst den kleinen Kreislauf passieren und braucht somit zu lange bis es im großen wirkt. Daher muß der plötzlich notwendige Anstieg des Schlagvolumens durch Ausschöpfen der Sofortdepots erreicht werden.

Als Sofortdepots stehen das Restblut des linken Ventrikels und das Depotblut der Lungen zur Verfügung. Herz und Lunge stellen 25 % ihres Blutes, die Depots des Kreislaufes nur 2,5 % zur Verfügung (Sjöstrand, 1953).

Als Sofortdepot kann ein Liter Blut mobilisiert werden (Barbey, 1960). Um die Blutmenge zusätzlich in den großen Kreislauf auszuwerfen muß das Herzzeitvolumen entsprechend steigen. Dazu reicht die orthostatisch bedingte Herzfrequenzsteigerung nicht, es wird auch eine Steigerung des Schlagvolumens nötig. Das Schlagvolumen steigt als Folge der durch das Versacken des Blutes in die unteren Extremitäten ausgelösten Blutdrucksenkung.

Eine plötzliche Senkung des peripheren Widerstandes, die in die laufende Systole fällt, steigert das Schlagvolumen dieses Herzschlages erheblich. Die Steigerung des Schlagvolumens hält bei ausreichendem Sofortdepot solange an bis die periphere Gefäßregulation den Widerstand wieder steigert (Klensch, 1959).

Durch die Steigerung des peripheren Widerstandes besonders in der unteren Körperhälfte stellt sich der Organismus auf ein neues hämodynamisches Gleichgewicht ein, das einem Versacken des Blutes entgegenwirkt (Frey, 1940).

Zeitablauf physiologischer Veränderung einzelner Parameter:

Der systolische Blutdruck sinkt innerhalb von sechs Sekunden um ca. 40 mm Hg, der diastolische Blutdruck sinkt um ca. 20 mm Hg (de Marées, 1977). Im Ekg zeigt sich beim Aufstehen des Kreislaufgesunden neben einer Herzfrequenzsteigerung um ca. 30 Schl./min eine Vertikalisierung der P- und QRS-Achse und eine T-Abflachung (Caesar u. Hensel, 1966).

Nach zehn Sekunden Stehen steigt der Blutdruck wieder, hauptsächlich durch eine Steigerung des peripheren Strömungswiderstandes bedingt. Dadurch sinkt zusätzlich der arterielle Abstrom, somit nehmen die Anforderungen an den linksventrikulären Volumenauswurf ab und die Herzfrequenz sinkt wieder.

Nach ca. 40 Sekunden ist der Zeitraum der Frühorthostase abgeschlossen, der Blutdruck ist in etwa wieder auf dem Ausgangsniveau, die Herzfrequenz liegt ca. 10 - 20 Schl./min darüber.

b) Spätorthostase

Die Spätorthostase beginnt nach 40 - 60 Sekunden Stehen.

Es liegt folgende hämodynamische Situation vor (de Marées, 1977):

Durch den hydrostatisch bedingten Druckzuwachs in den kapazitiven Gefäßen der unteren Extremitäten ist

- das Blutvolumen in beiden Beinen um 300 - 600 ml gestiegen
- das Herzvolumen um ca. 100 ml gesunken
- das Schlagvolumen verringert
- der zentralvenöse Druck gesunken.

Durch die Steigerung der Sympathikusaktivität findet eine Kreislaufzentralisation statt, wobei

- der diastolische Blutdruck erhöht ist (Zeichen des gesteigerten peripheren Strömungswiderstandes)
- die Blutdruckamplitude sinkt
- der arterielle Mitteldruck unverändert und
- die Herzfrequenz um ca. 15 Schl./min gestiegen ist.

2. Pathophysiologie orthostatischer Kreislaufregulationsstörungen

Häufigkeit:

Nach Böhm (1973) weisen 2 - 4 % der Bevölkerung eine hypotone Symptomatik auf.

Huep u. Gersmeyer (1969), sowie Schmidt-Voigt (1954) sprechen bei 15 % der Patienten in der Allgemeinpraxis von orthostatischen Kreislaufregulationsstörungen, während Burckhart u. Kirchhoff (1974) 20,5 % angeben.

Orthostatische Frühregulationsstörung:

Die Symptome einer Frühregulationsstörung, verursacht durch einen stärkeren und länger andauernden Blutdruckabfall, sind typische Zeichen einer Minderdurchblutung des Gehirns: Schwarzwerden vor den Augen, Schwindel, Ohrensausen, Tachykardie und Bewußtlosigkeit.

Diese Beschwerden treten umso eher auf, je größer die versackte Blutmenge, bezogen auf die Größe des individuellen Rumpfbloodvolumens, ist (Barbey, de Marées, 1972; Caesar u. Hensel, 1966).

Übersteigt das versackende Blutvolumen 8 % des Totalblutvolumens, so ist eine orthostatische Regulationsstörung wahrscheinlich (Barbey, de Marées, 1972; de Marées, 1970; de Marées, 1974).

Für eine orthostatische Frühregulationsstörung gibt es folgende Ursachen:

- Die versackende Blutmenge ist zu groß
- Die Blutmenge versackt zu schnell
- Das Totalblutvolumen und somit auch das Rumpfbloodvolumen ist zu klein
- Die Gegenregulation kommt zu langsam oder quantitativ ungenügend in Gang.

Orthostatische Spätregulationsstörung:

Eine Spätregulationsstörung ist anzunehmen, wenn ca. 60 Sekunden nach Stehbeginn Herzfrequenz und Blutdruck nicht oder ungenügend den Ausgangswerten angenähert sind oder nach einigen Minuten Stehdauer absinken.

Es versagt eine zunächst mehr oder weniger ausreichende Kreislaufzentralisation mit folgenden Merkmalen:

- Gesteigerte Sympathikusaktivität mit
- hohem peripheren Widerstand und
- gesteigerter Herzfrequenz,
- verkleinerter Füllungsdruck des Herzens und
- reduziertes Schlagvolumen,
- verkleinerte Blutdruckamplitude bei
- unverändertem arteriellem Mitteldruck

(Brehm u. Wetzler, 1953; Schellong u. Lüderitz, 1954).

Es gibt verschiedene Einteilungen der orthostatischen Spätregulationsstörungen unter Berücksichtigung des Verhaltens von Blutdruck und Herzfrequenz (Lang et al., 1977; Thulesius, 1974; Valentin u. Holzhauser, 1976; Schellong u. Lüderitz, 1954), an denen sich auch die vorliegende Arbeit orientieren wird.

a) Einteilung nach Schellong

Normalregulation bei orthostatischer Belastung:

- $RR_{\text{syst.}}$ bleibt annähernd gleich,
- $RR_{\text{diast.}}$ steigt um maximal 5 - 10 mm Hg,
- Herzfrequenz steigt um maximal 17 - 20 Schl./min

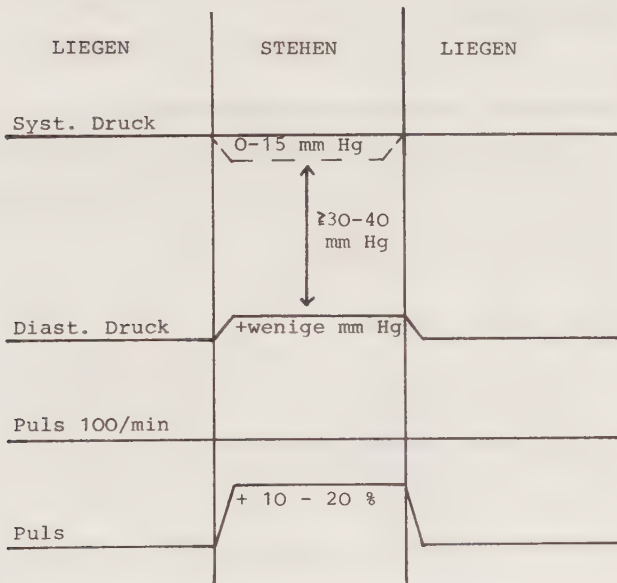


Abb. 1: Normalregulation des Kreislaufes

(aus: Schettler, Inn. Medizin, Bd. I)

Orthostatische Dysregulation nach Schellong und Lüderitz:

Es werden zwei Formen der Regulationsstörung unterschieden, nämlich eine

- Hypotone Regulationsstörung (Typ a).

Sie liegt vor, wenn bei orthostatischer Belastung Herzfrequenz und diastolischer Blutdruck über die Normalwerte hinaus steigen und der systolische Blutdruck sinkt,

sowie eine

- Hypodyname Regulationsstörung (Typ b).

Sie liegt vor, wenn die Frequenz über den Normalwert hinaus ansteigt, sowie systolischer und diastolischer Blutdruck sinken.

b) Einteilung nach Delius

Normalregulation bei orthostatischer Belastung:

- $RR_{\text{syst.}}$ bleibt annähernd gleich,
- $RR_{\text{diast.}}$ und Herzfrequenz steigen gering an.

Orthostatische Dysregulation nach Delius:

Es werden hier ebenfalls zwei Formen der Regulationsstörung unterschieden, nämlich eine

- Hyperdiastolische Regulationsstörung (Typ a).

Sie entspricht der Hypotonen Regulationsstörung nach Schellong,

sowie eine

- Hypodiastolische Regulationsstörung (Typ b).

Sie entspricht der Hypodynamen Regulationsstörung nach Schellong.

c) Einteilung nach Thulesius

Thulesius unterscheidet vier pathologische Reaktionstypen, nämlich eine

- Hypertone Reaktion (Typ a).

Sie liegt vor, wenn der Blutdruck um mindestens 15 mm Hg steigt und diastolischer Blutdruck und Herzfrequenz ebenfalls steigen.

- Sympathikotone Reaktion (Typ b).

Hier steigt die Herzfrequenz auf mindestens 100 Schl./min, der systolische Blutdruck sinkt um 15 - 20 mm Hg, der diastolische Blutdruck bleibt unverändert oder steigt.

- Asympathikotone Reaktion (Typ c).

Eine Herzfrequenzänderung fehlt hier oder ist abgeschwächt, der systolische und diastolische Blutdruck fallen tief (um mindestens 20 mm Hg) ab.

- Vasovagale Reaktion (Typ d).

Sie liegt vor, wenn systolischer und diastolischer Blutdruck sinken und die Herzfrequenz um mindestens 10 Schl./min abfällt.

3. Orthostatische Kreislaufregulationsstörungen beim älteren Menschen

Häufigkeit:

Rodstein und Zeman (1957), Johnson et al. (1965), Caird et al. (1973) und Lang (1976) weisen auf eine beachtliche Häufigkeit einer altersabhängigen Orthostaseintoleranz hin. Nach Caird et al. (1973) und Lang (1976) fällt bei ca. 25 % aller Menschen über 65 Jahren der systolische Blutdruck im Stehen um 20 mm Hg ab.

Gerade bei der erwähnten Häufigkeit orthostatischer Fehlregulationen im Alter wären verschiedene ursächliche Faktoren, wie eine primäre Insuffizienz des sympathikoadrenalen Systems, eine herabgesetzte Reagibilität der adrenergen Rezeptoren oder aber Störungen im afferenten Schenkel des Regelkreises zu diskutieren (Lang, 1976).

Orthostatische Kreislaufregulationsstörungen können beim alten Menschen sowohl bei hypotoner ($RR_{\text{syst.}}$ unter 100 - 105 mm Hg, $RR_{\text{diast.}}$ unter 60 mm Hg) als auch bei normotoner oder hypertoner Ausgangslage auftreten (Lang et al., 1977).

II. METHODIK

1. Untersuchungsgut

Es wurden insgesamt 150 Bewohner eines Altersheimes im Alter von 63 - 91 Jahren in fünf Altersgruppen untersucht.

Tab. 1: Alters- und Geschlechtsverteilung des untersuchten Kollektives

Alter	männlich	weiblich
63 - 69 J.	3	13
70 - 74 J.	8	20
75 - 79 J.	11	39
80 - 84 J.	11	31
85 - 91 J.	4	10

Mit 37 männlichen Versuchspersonen belief sich der Anteil der Männer am Untersuchungsgut somit auf 24,7 %.

2. Untersuchungsgang

Für die Untersuchungen wurde ein modifizierter Kreislauf-test nach Schellong gewählt.

Nach ruhiger horizontaler Lage von fünf Minuten Dauer erfolgte die erste Registrierung von Blutdruck, Ekg, Temporalispuls und Herzschall. Anschließend stand die Versuchsperson auf und blieb aufrecht und ruhig neben der Untersuchungsfläche stehen. Sofort nach dem Aufstehen fand die zweite Registrierung statt. Die nächste Messung erfolgte eine Minute nach dem Aufstehen, anschließend wurden die oben genannten Parameter jede Minute registriert bis die Versuchsperson sich nach zehn Minuten Stehdauer wieder hinlegte. Sofort im Anschluß an das Hinlegen wurde erneut gemessen, sowie eine, drei und fünf Minuten nach dem Hinlegen.

3. Die Registrierung und Bestimmung der einzelnen Kreislaufgrößen

Zur Registrierung der verschiedenen Kreislaufgrößen (Ekg, Temporalispuls, Blutdruck und Herzschatl) wurde das direktsehreibende Gerät Cardirex 6T verwendet, ein mehrfachsehreibender Ekg-Apparat. Die Registrieresehwindigkeit betrug i.a. 50 mm/sec, lediglich während der Blutdruckmessung 5 mm/sec.

a) Ekg und Pulsfrequenz

Die Herzfrequenz wurde aus dem zeitlichen Abstand dreier R-Abstände des Ekg integriert.

b) Blutdruck

Der Blutdruck wurde anhand der Blutdruckeinheit des "Infraton" Ophthalmodynamographen der Firma Boucke automatisch gemessen und auf dem Ekg-Apparat registriert.

Die Oberarmmanschette wurde kurz vor Lagewechsel der Versuchsperson aufgepumpt und sofort nach dem Lagewechsel wurde der Druck wieder abgelassen.

c) Pulswelle

Für die Pulsschreibung wurde die A.temporalis gewählt, weil sich hier die hydrostatischen Einflüsse ähnlich auswirken müssen wie bei den Gehirngefäßen (Barbey, 1960). Aufgrund der knöchernen Unterlage und geringen Weichteilumhüllung können Füllungsschwankungen des Gefäßes und der umgebenden Weichteile den für die Druckpulsschreibung notwendigen Anlagedruck nicht so stark verändern wie bei Gefäßen mit starker Weichteilumhüllung.

Als Rezeptor diente der "Infraton-Pulsabnehmer" nach Boucke-Brecht. Ein in unserer Arbeitsgruppe entwickeltes Gumminetz wurde über den Kopf der Versuchsperson gezogen und mit einem gelochten Gummiband unter dem Kinn befestigt. Anhand eines in den Pulsabnehmer eingeschraubten Metallstiftes, der, individuell anpaßbar, durch eines der Löcher des Gummibandes gesteckt wurde, wurde der Pulsabnehmer über der A.temporalis fixiert.

Die Pulswelle der A.temporalis wurde jeweils sofort im Anschluß an die Blutdruckaufzeichnung mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/sec registriert. Während der Registrierung hielten die Versuchspersonen, nach erfolgter Expiration, die Luft an.

d) Herzschall

Bei 68 Versuchspersonen wurde ein Phonokardiogramm zur genaueren Bestimmung der dikroten Welle der Temporalispulskurve mitgeschrieben. Hierzu wurde das Beschleunigungsmikrophon EMT 25 B verwendet, das im 4. Interkostalraum links mit Leukoplast befestigt wurde. Zur Registrierung wurden die Schallkanäle des Cardirex 6T verwendet.

4. Statistische Methoden

Die Probanden wurden in fünf Altersgruppen (s. II 1. "Untersuchungsgut") eingeteilt.

Von jeder Altersgruppe wurde für jeden Parameter (Blutdruck, Blutdruckamplitude, Herzfrequenz, Dikrotiequotient) zu jedem Meßzeitpunkt der Mittelwert, die Standardabweichung und die Varianz errechnet.

Anhand einer Varianzanalyse (t-Test) wurde überprüft, ob bei den jeweils benachbarten Altersgruppen signifikante Unterschiede bezüglich bestimmter Parameter vorlagen:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s} \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$\text{mit } s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot \sigma_1^2 + (n_2 - 1) \cdot \sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$\bar{x}_1$ bzw. $\bar{x}_2$: Mittelwert der Gruppe 1 bzw. 2

n_1 bzw. n_2 : Anzahl der Versuchspersonen der Gruppe 1 bzw. 2

σ_1^2 bzw. σ_2^2 : Varianz der Gruppe 1 bzw. 2

III. ERGEBNISSE

1. Die Altersgruppen im Vergleich

Im folgenden sei dargestellt, welche Mittelwerte für die einzelnen Altersgruppen sich bei Blutdruck, Blutdruckamplitude, Herzfrequenz und Dikrotiequotient zu bestimmten Meßzeitpunkten ergaben und zwischen welchen Altersgruppen signifikante Unterschiede auftraten. Der vollständige Verlauf der Meßwerte ist in den Abb. 3, 5, 7, 13 - 22 und in den Tab. 3 - 7 dargestellt.

Der t-Test wurde für alle Parameter auf dem 5 %-Niveau für folgende Meßzeitpunkte durchgeführt: nach 5 min Liegen, sofort nach dem Aufstehen, nach 10 min Stehen und nach der 5. Minute der abschließenden Liegephase.

a) Systolischer Blutdruck

Für den systolischen Blutdruck fand sich ein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Gruppen 63 - 69 J. und 70 - 74 J. nach 10 min Stehen.

Der systolische Blutdruck lag bei der Gruppe 63 - 69 J. im Durchschnitt am niedrigsten, bei der Gruppe 85 - 91 J. am höchsten. Die dazwischenliegenden Altersgruppen wiesen diverse Überschneidungen beim Verhalten des systolischen Blutdruckes auf (vgl. Abb. 3).

Abb. 2 zeigt die durchschnittliche Veränderung des $RR_{\text{syst.}}$ in den einzelnen Altersgruppen beim Aufstehen:

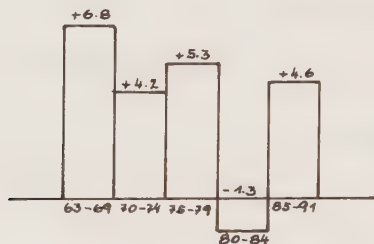


Abb. 2: Veränderung des $RR_{\text{syst.}}$ beim Aufstehen
(in mm Hg)

b) Diastolischer Blutdruck

Für den diastolischen Blutdruck fand sich ein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Gruppen 75 - 79 J. und 80 - 84 J. nach fünf Minuten der abschließenden Liegephase.

Die Mittelwerte des $RR_{\text{diast.}}$ der fünf Altersgruppen lagen nah beieinander, wobei sich zu den einzelnen Meßzeitpunkten die Kurven der einzelnen Altersgruppen häufig überschnitten.

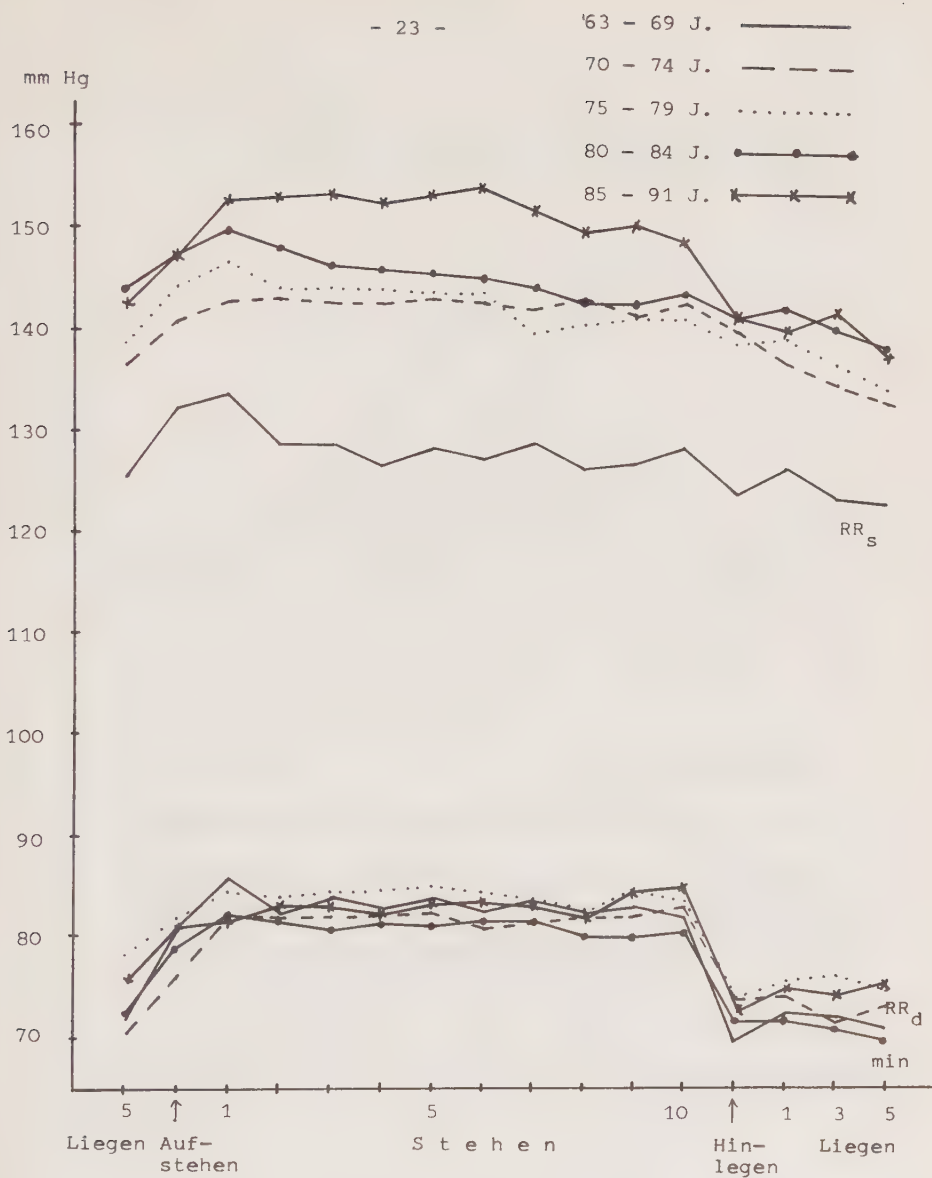


Abb. 3: Blutdruck (RR_s, RR_d) in den verschiedenen Altersgruppen.

Abb. 4 zeigt die durchschnittliche Veränderung des $RR_{diast.}$ in den einzelnen Altersgruppen beim Aufstehen:

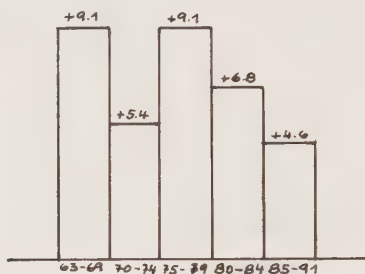


Abb. 4: Veränderung des $RR_{diast.}$ beim Aufstehen
(in mm Hg)

c) Blutdruckamplitude

Für die Blutdruckamplitude fand sich ein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Gruppen 63 - 69 J. und 70 - 74 J. bei 5 min Liegen, sofort nach dem Aufstehen und nach 10 min Stehen, sowie beim Vergleich der Gruppen 75 - 79 J. und 80 - 84 J. bei der letzten Messung der abschließenden Liegephase. Die im wesentlichen höchsten Blutdruckamplituden fanden sich bei den 63 - 69-jährigen.

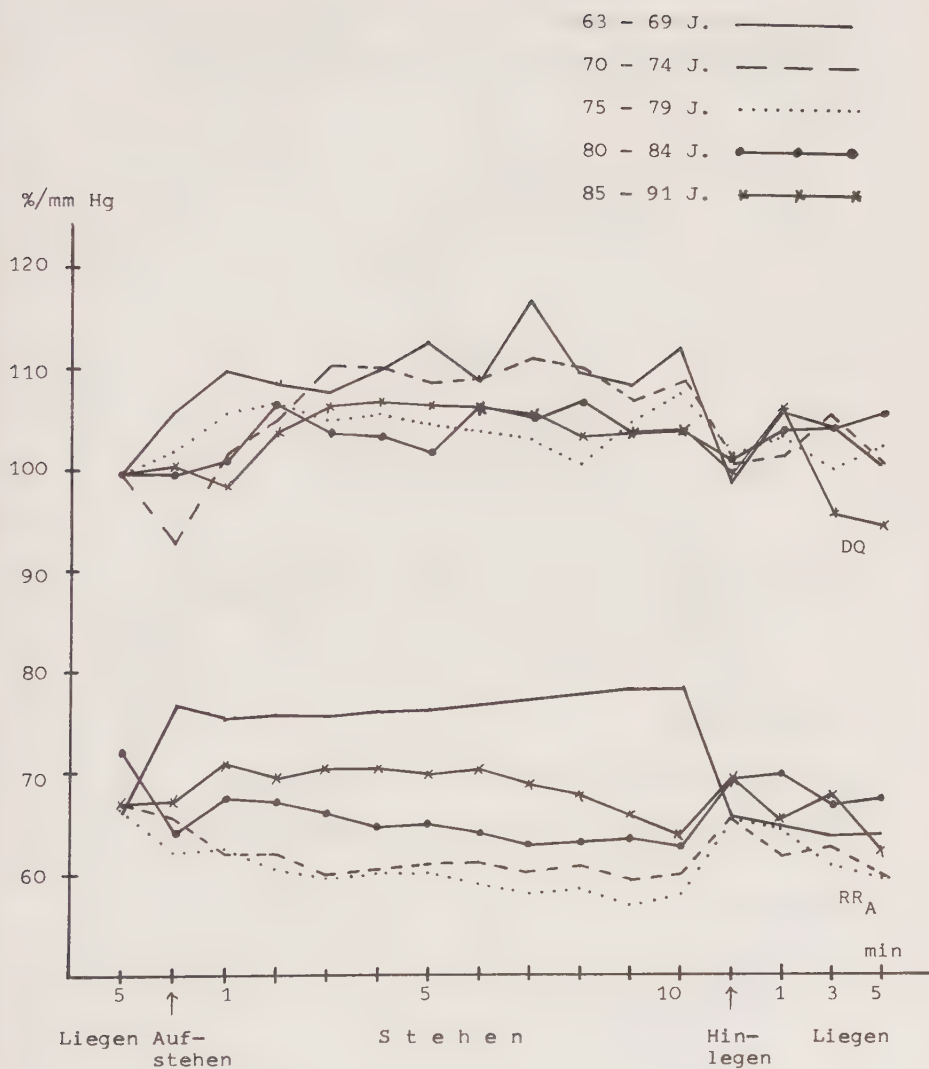


Abb. 5: Dikrotiequotient (DQ) und Blutdruckamplitude (RR_A)
in den verschiedenen Altersgruppen.

Abb. 6 zeigt die durchschnittliche Veränderung der Blutdruckamplitude in den einzelnen Altersgruppen beim Aufstehen:

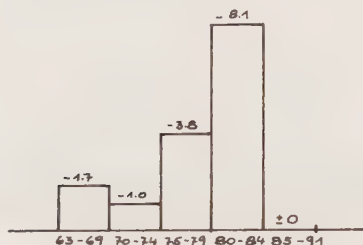


Abb. 6: Veränderung der Blutdruckamplitude beim Aufstehen (in mm Hg)

d) Herzfrequenz

Für die Herzfrequenz fanden sich keine signifikanten Unterschiede beim Vergleich der benachbarten Altersgruppen, jedoch fiel auf, daß der Puls in der Gruppe 70 - 74 J. am höchsten lag und dann mit zunehmendem Alter kontinuierlich abfiel.

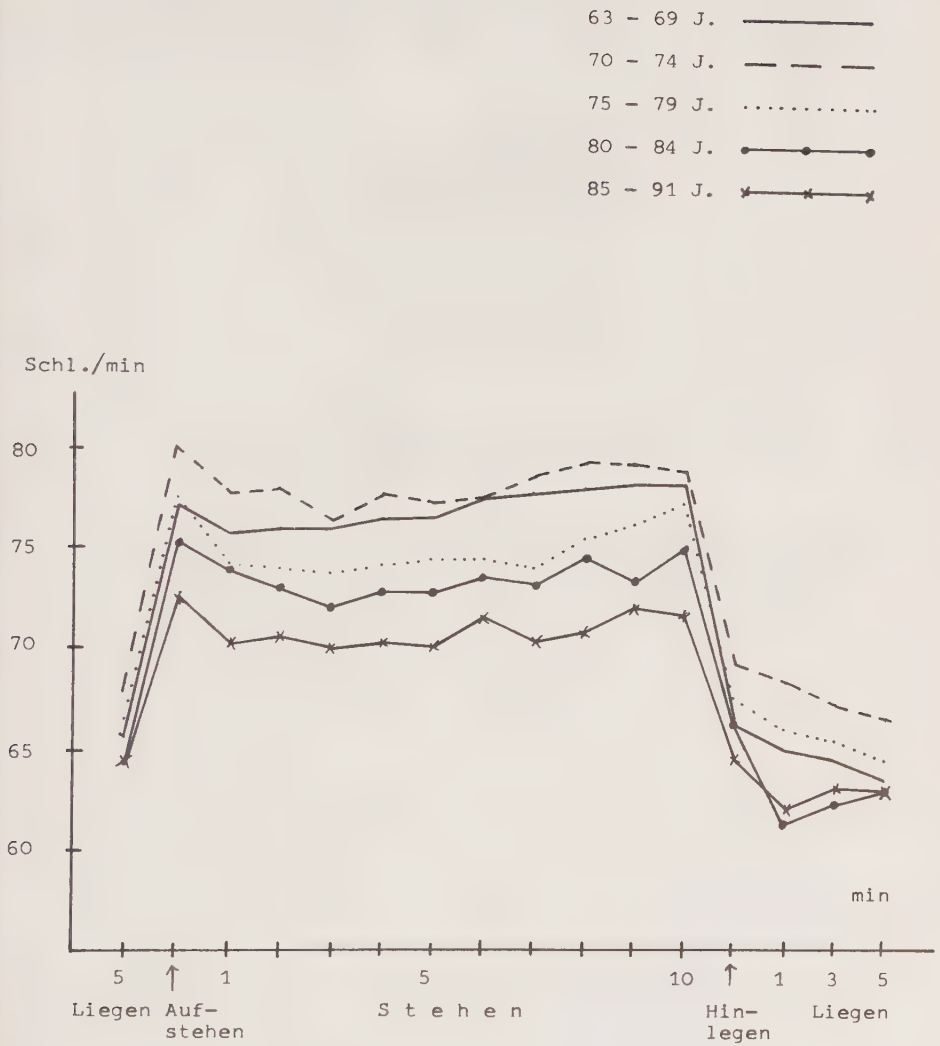


Abb. 7: Herzfrequenz in den verschiedenen Altersgruppen.

Abb. 8 zeigt die durchschnittliche Veränderung der Herzfrequenz in den einzelnen Altersgruppen beim Aufstehen:

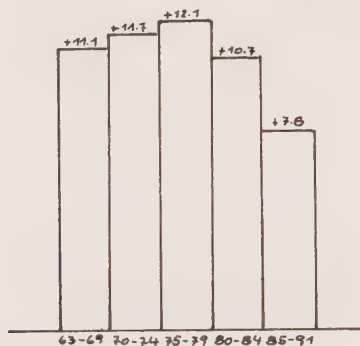


Abb. 8: Veränderung der Herzfrequenz beim Aufstehen
(Schl./min)

e) Dikrotiequotient

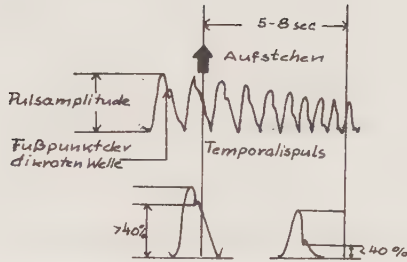


Abb. 9: Schematische Darstellung der Änderung der arteriellen Pulsform während der orthostatischen Belastung

Der Fußpunkt der dikroten Welle - verursacht durch den Schluß der Aortenklappen - rückt im Verlauf der Frühphase der orthostatischen Belastung (vgl. Abb. 9: 5 - 8 sec) immer weiter in Richtung auf die diastolische Grundlinie, d.h. zur Basis der Pulswelle (de Marées, 1977).

Beträgt der Dikrotiequotient im Verlauf der orthostatischen Belastung weniger als 40 %, so ist das Vorliegen einer orthostatischen Regulationsstörung wahrscheinlich.

Der Dikrotiequotient ist die relative Dikrotiehöhe in % des Ausgangswertes vor Beginn der orthostatischen Belastung. Die relative Dikrotiehöhe ist der Quotient aus dem Abstand des Fußpunktes der dikroten Welle von der diastolischen Grundlinie und der Pulsamplitude.

Für den Dikrotiequotienten fanden sich keine signifikanten Unterschiede beim Vergleich der benachbarten Altersgruppen. Auffällig war, daß der Mittelwert der Dikrotiequotienten relativ häufig über 100 % anstieg, auch bei der ersten Messung nach dem Aufstehen, obwohl eigentlich bei orthostatischer Belastung ein Absinken zu erwarten wäre.

Abb. 10 zeigt die durchschnittliche Veränderung des Dikrotiequotienten in den einzelnen Altersgruppen beim Aufstehen:

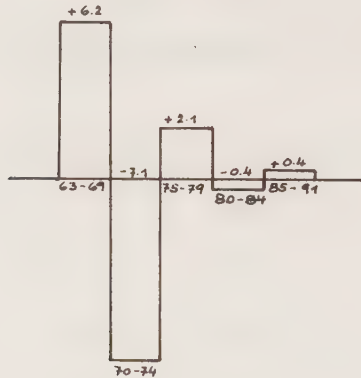


Abb. 10: Veränderung des Dikrotiequotienten beim Aufstehen
(in %)

2. Orthostatische Kreislaufregulationsstörungen

Die Beurteilung, ob eine orthostatische Kreislaufregulationsstörung vorlag, erfolgte, wie in I 2. ausgeführt, unter Berücksichtigung des Verhaltens von Herzfrequenz und Blutdruck nach den Einteilungen von Delius, Schellong und Thulesius. Als Voraussetzung wurde genommen, daß in mindestens 2 der 3 Parameter ($RR_{\text{sys.}}$, $RR_{\text{diast.}}$, Puls) ein Verhalten gemäß einer der drei Definitionen vorlag.

Insgesamt wurden bei 28 Probanden (18,7 %) des gesamten Untersuchungsgutes orthostatische Kreislaufregulationsstörungen gefunden, darunter bei 6 Männern. Der Anteil der Männer an den Regulationsstörungen betrug somit 21,4 %.

Tab. 2: Verteilung der orthostatischen Regulationsstörungen auf die einzelnen Typen

Typ Alter	Einteilung nach					
	Thulesius				Delius/Schellong	
	a	b	c	d	a	b
63 - 69	2	1	-	-	-	-
70 - 74	3	1	-	-	1	-
75 - 79	7	3	1	-	2	2
80 - 84	2	2	-	-	-	1
85 - 91	3	-	-	-	-	-
Σ	17	7	1	0	3	3
Σ	25				6	

Es überwogen die Regulationsstörungen nach dem Einteilungsprinzip von Thulesius, wobei wiederum die Hypertone Regulationsstörung (Typ a) im Vordergrund stand. In drei Fällen ließen sich Regulationsstörungen den Definitionen nach Delius, Schellong und Thulesius gleichzeitig zuordnen.

Von den 28 Probanden mit orthostatischen Kreislaufregulationsstörungen gaben 21 allgemeine orthostatische Beschwerden an wie Schwindel beim Aufstehen, Spazierengehen, morgendliche Mattigkeit etc. Auch trat beim Schellongtest beim Aufstehen oder während der Stehphase häufig Schwindel auf, der aber nie so stark war, daß der Test abgebrochen werden mußte.

Abb. 11 zeigt den Anteil der Regulationsstörungen in den einzelnen Altersgruppen:

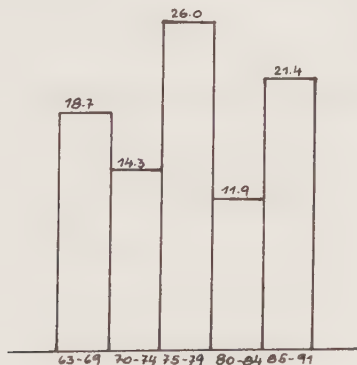


Abb. 11: Anteil der Regulationsstörungen in den einzelnen Altersgruppen (in %)

3. Kasuistik

Im folgenden sollen einige Fälle besprochen werden, bei denen eine orthostatische Regulationsstörung festgestellt wurde.

a) Hypertone Regulationsstörung nach Thulesius

Stellvertretend für die Hypertone Regulationsstörung nach Thulesius sei eine 75-jährige Frau genannt.

Ihre Liegewerte zu Beginn des Tests waren:

RR 135/65 mm Hg, Puls 73. Nach dem Aufstehen stieg der Blutdruck auf 165/85 mm Hg, somit die Blutdruckamplitude von 70 auf 80 mm Hg; die Herzfrequenz stieg auf 107 Schl./min, der Dikrotiequotient auf über 120 %. Die Werte blieben während der gesamten Stehphase, mit gewissen Schwankungen, erhöht. Die Versuchsperson gab an, teilweise unter Schwindel zu leiden.

b) Sympathikotone Regulationsstörung nach Thulesius

Diese hier bei einer 79-jährigen Frau vorliegende Störung ließe sich auch als Hypodiastolische Regulationsstörung (Delius) bzw. Hypodyname Störung (Schellong) einordnen. Die Versuchsperson gab Schwindel, vor allem morgens und beim Aufstehen, sowie auch beim Schellong-Test an.

Ihr Liegewert nach 5 Minuten betrug beim Blutdruck 155/90 mm Hg, der Puls hatte eine Frequenz von 62 Schl./min. Nach dem Aufstehen sank der Blutdruck auf 110/80 mm Hg, die Blutdruckamplitude verkleinerte sich also von 65 auf 30 mm Hg; die Herzfrequenz stieg um 28 auf 90 Schl./min., während der Dikrotiequotient auf 72,4 % sank. Diese Werte blieben während der gesamten Stehphase in etwa konstant bis auf den Dikrotiequotienten, der um etwa 10 % stieg.

c) Asympathikotone Regulationsstörung nach Thulesius

Bei dieser, ebenfalls über orthostatische Beschwerden klagenden, 78-jährigen Probandin fiel der Blutdruck beim Aufstehen von 155/75 mm Hg auf 150/50 mm Hg ab; die Blutdruckamplitude stieg also von 80 auf 100 mm Hg, die Herzfrequenz stieg von 75 auf 85 Schl./min, der Dikrotiequotient erhöhte sich auf 107 %. Im Verlauf der Stehphase sank der Blutdruck weiter, bis er nach 7 Minuten Stehen mit 125/50 mm Hg den tiefsten Wert erreicht hatte, die Herzfrequenz lag nun bei 88 Schl./min.

d) Hyperdiastolische Regulationsstörung (nach Delius) bzw.
Hypotone Regulationsstörung (nach Schellong)

Die 75-jährige Versuchsperson, die orthostatische Beschwerden beim Aufrichten aus der Horizontalen angab, hatte nach 5 min Liegen einen Ruheblutdruck von 130/60 mm Hg, die Herzfrequenz betrug 64 Schl./min. Nach dem Aufrichten betrug der Blutdruck 120/90 mm Hg, die Blutdruckamplitude sank von 70 auf 30 mm Hg, die Herzfrequenz stieg auf 85 Schl./min der Dikrotiequotient sank auf 80,8 %. Im weiteren Verlauf der Stehphase pendelte sich der Blutdruck bei 130-140/85 mm Hg ein, die Herzfrequenz bei rund 80 Schl./min.

e) Hypodiastolische Regulationsstörung (nach Delius) bzw.
Hypodynamie Regulationsstörung (nach Schellong)

Bei der 84-jährigen, über zeitweisen Schwindel klagenden, Versuchsperson fand sich im Liegen ein Bigeminusrhythmus, weshalb die Herzfrequenz nicht ausmeßbar war. Der Ruheblutdruck betrug 140/75 mm Hg und sank nach dem Aufstehen auf 110/65 mm Hg, die Blutdruckamplitude verringerte sich von 65 auf 45 mm Hg, während die Herzfrequenz nun 58 Schl./min betrug; die Temporalispulskurve war nicht registrierbar. Diese Werte blieben während der gesamten Stehphase in etwa konstant.

IV. DISKUSSION

Die hier gefundenen Ergebnisse und speziell die in III 3. dargestellten Einzelfälle weisen auf die Problematik der Beurteilung von orthostatischen Kreislaufregulationsstörungen anhand des Schellong-Tests hin (vgl. auch Michel, 1962; Brehm u. Wetzler, 1953). Anhand der Beurteilungskriterien nach Schellong, Delius und Thulesius wurden bei 28 Versuchspersonen orthostatische Kreislaufregulationsstörungen gefunden. Im allgemeinen wies bei diesen Probanden das Verhalten des Kreislaufs nach dem Aufstehen auf eine schlechte Stabilisierung der Kreislaufwerte hin, da die veränderten Werte schon bei der ersten Messung nach dem Aufstehen registriert wurden und sich während der gesamten Stehphase i.a. nur unwesentlich veränderten. Zum Zeitpunkt der ersten Messung war aber der 20 - 40 sec dauernde Zeitraum der Frühorthostase (s. de Marées, 1974; Mechelke u. Christian, 1960) schon beendet (vgl. III). Für eine spätorthostatische Regulationsstörung spräche eine nach einigen Minuten erfolgende gravierende Veränderung der Kreislaufwerte (de Marées, 1974).

Im Gegensatz zu den nun - unter Berücksichtigung von Blutdruck und Herzfrequenz - gefundenen orthostatischen Kreislaufstörungen steht, daß der durchschnittliche Dikrotiequotient bei der ersten Messung nach dem Aufstehen 93,6 % beträgt und auch im weiteren Verlauf der

Stehphase sich nicht wesentlich ändert. Damit man von einer orthostatischen Kreislaufregulationsstörung sprechen kann, müßte der Dikrotiequotient auf mindestens 40 % absinken (de Marées, 1974; Barbey, 1960).

Andererseits sprechen die Angaben der Versuchspersonen bezüglich subjektiver Beschwerden (Schwindel etc.) für das Vorliegen einer Orthostaseintoleranz trotz des weitgehend unauffälligen Verhaltens der Temporalispulskurve.

Besondere Beachtung gilt wohl auch den in der Literatur sehr unterschiedlichen Angaben über die Häufigkeit des Orthostasesyndroms. Sie reichen von 2 - 4 % der Bevölkerung (Böhm, 1973) über 15 % (Huep u. Gersmeyer, 1969; Schmidt-Voigt, 1973) und 20,5 % (Burkhart u. Kirchhoff, 1974) bis zu 41,5 % (Barbey, 1960).

Zunächst soll nun geklärt werden, wieso bei Barbey, im Gegensatz zu den vorliegenden Untersuchungen, bei über 40 % der Probanden Frühregulationsstörungen auftraten.

In drei Kriterien unterschieden sich die Voraussetzungen der Untersuchungen bei Barbey von den vorliegenden wesentlich:

1. Barbeys Untersuchungen bezogen sich überwiegend auf das dritte Dezennium.
2. Seine Versuchspersonen waren nicht willkürlich ausgewählt, sondern unter dem Gesichtspunkt an möglichst vielen kreislaulabilen Probanden objektive Untersuchungskriterien zu prüfen.
3. Die Durchführung der Kreislaufbelastung war sehr unterschiedlich.

Bei dem von Barbey angewandten Hocktest gingen die Versuchspersonen für 2 - 4 Minuten in tiefe Hockstellung und standen dann schnell auf.

In der Hockstellung wird der arterielle Zufluß in die unteren Extremitäten fast vollständig gedrosselt. Die dadurch bedingte Ischämie führt nach dem Aufstehen zu einer reaktiven Hyperämie und damit zu einem größeren Bluteinstrom in die Beine, als es durch alleinige Einwirkung der Schwerkraft der Fall ist. Es ist daher verständlich, daß durch die unphysiologische Belastung des Hocktests die Auswirkungen auf den Kreislauf größer sind als bei dem modifizierten Schellong-Test der vorliegenden Untersuchung.

Diese wesentlich stärkere Kreislaufbelastung in Barbeys Untersuchungen und die unterschiedliche Auswahl des Untersuchungsgutes dürften entscheidenden Anteil an den großen Häufigkeitsunterschieden orthostatischer Frühregulationsstörungen der beiden Untersuchungen haben.

Besondere Beachtung bedürfen die Häufigkeitsangaben in der Literatur über Orthostaseintoleranz im Alter:

Während bei den Untersuchungen von Rodstein und Zeman (1957) bei 11 % der Versuchspersonen ein Sinken des systolischen Blutdruckes von mindestens 20 mm Hg gefunden wurde, geben Johnson et al. (1965) bei 17 % der Probanden einen entsprechenden Abfall des systolischen Blutdruckes an. Ein Sinken des $RR_{\text{syst.}}$ um 40 mm Hg oder mehr belief sich in beiden Studien auf 4 bis 5 %.

Caird et al. (1973) und Lang (1976) fanden bei ca. 25 % aller Versuchspersonen über 65 Jahren ein Absinken des systolischen Blutdruckes im Stehen um 20 mm Hg oder mehr. Weiterhin gaben Caird et al. bei 9 % einen systolischen Blutdruckabfall von 30 mm Hg oder mehr an und - entsprechend den Ergebnissen von Rodstein und Zeman, sowie Johnson et al. (s.o.) - in 5 % der Fälle ein Absinken des systolischen Blutdruckes um 40 mm Hg oder mehr.

In der vorliegenden Arbeit traten bei 18,7 % des Untersuchungsgutes orthostatische Kreislaufregulationsstörungen auf, was in etwa im Rahmen der in der Literatur für alte Menschen erwähnten Häufigkeiten (s.o.) liegt. Ein wesentlicher Häufigkeitsunterschied zwischen Männern und Frauen lag, ebenso wie bei Caird et al., nicht vor (vgl. auch III 2.).

Bei der isolierten Betrachtung des systolischen Blutdruckes allerdings ergaben sich im Vergleich zur vorliegenden Literatur erhebliche Unterschiede. Am häufigsten nämlich (10 %) fand sich eine Steigerung des $RR_{syst.}$ um 20 mm Hg oder mehr, ein Absinken des $RR_{syst.}$ um 20 mm Hg oder mehr trat nur bei 4 % des Untersuchungsgutes auf. Ein Ansteigen bzw. Absinken des $RR_{syst.}$ um 30 mm Hg fand sich bei jeweils 2,6 % der Probanden, ein Ansteigen bzw. Absinken um 40 mm Hg oder mehr in jeweils einem Fall (0,7 %).

Dieses Verhalten des systolischen Blutdruckes macht auch leicht verständlich, daß die Hypertonen Regulationsstörungen nach Thulesius überwogen (vgl. Tab. 2, S. 32).

Während sich bei Caird et al. (1973) ein Absinken des systolischen Blutdruckes mit zunehmendem Alter häufiger fand, können die vorliegenden Untersuchungen, bei denen ein Blutdruckabfall um mindestens 20 mm Hg am häufigsten in der Gruppe 75 - 79 Jahre stattfand, dies nicht bestätigen.

Im Gegensatz zu der nach Caird et al. (1973) und Lang (1976) bei 25 % der alten Menschen vorliegenden Orthostaseintoleranz stehen die Feststellungen von Delius (1974) und Ströder (1974). Nach Delius und Ströder nimmt mit zunehmendem Alter das Orthostasesyndrom an Häufigkeit ab. Ströder erwähnt eine Familie, die über drei Generationen beobachtet wurde und stellt fest, daß mit dem geringeren Pulsanstieg im Alter auch die orthostatischen Beschwerden nachließen bzw. ganz verschwanden. Auch Bachmann und Zerzawy (1973) weisen darauf hin, daß eine beschleunigte Herzfrequenz von entscheidender pathophysiologischer Bedeutung für das Orthostasesyndrom ist. Bei Beschleunigung des Herzens auf 120 - 130 Schl./min. fällt, infolge Verkürzung der diastolischen Füllungszeit und Reduktion des Schlagvolumens, die Regelgröße arterieller Mitteldruck bereits in Ruhelage ab und reicht auch bei normalem venösen Rückstrom nicht mehr aus, den arteriellen Mitteldruck konstant zu halten.

Das niedrigere Pulsniveau mit steigendem Alter fand sich auch bei den eigenen Untersuchungen (vgl. III 1. d).

Nach Lang (1976) stellt das von ihm und Caird et al. (1973) beim alten Menschen in 25 % der Fälle gefundene Blutdruckverhalten eine "forme fruste" der asympathikotonen Fehlregulation dar: Nach den Regeln der Hämodynamik muß man den systolischen Druckabfall auf eine passagere Reduktion des Herzzeitvolumens zurückführen. Unter diesem Gesichtspunkt ist das Ausmaß der Gegenregulation, kenntlich an dem leichten Anstieg des diastolischen Blutdrucks und der Herzfrequenz, relativ zu gering. Aufgrund der beträchtlichen Verbreitung könne man von einem "altersbedingten Orthostasesyndrom" sprechen. Pathogenetisch sind verschiedene Faktoren wie eine primäre Insuffizienz des sympathikoadrenalen Systems, eine herabgesetzte Reagibilität der adrenergen Rezeptoren oder aber Störungen im afferenten Schenkel des Regelkreises zu diskutieren.

Offensichtlich läßt sich aber eine Verbindung zwischen dem altersbedingten Orthostasesyndrom und bestimmten "suspekten" Krankheitsbildern nicht ohne weiteres herstellen (s. Abb. 12).

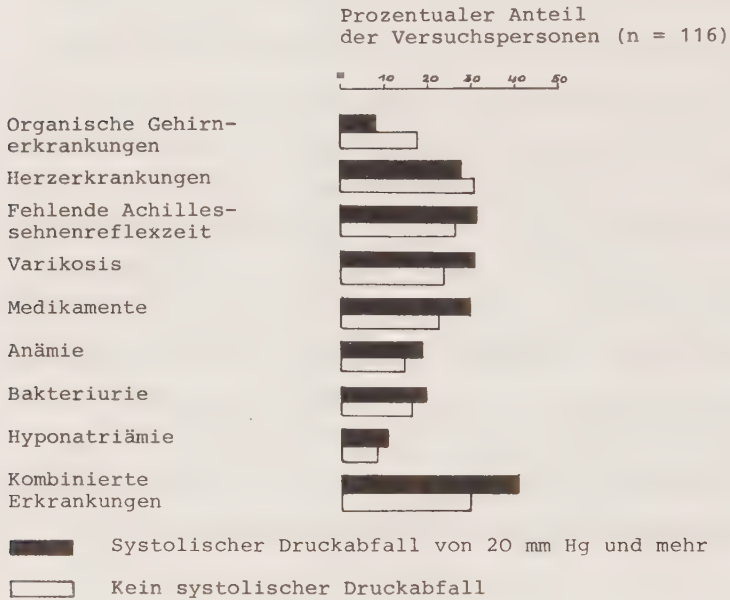


Abb. 12: Vergleich zwischen Personen mit lagebedingtem systolischem Blutdruckabfall von 20 mm Hg und mehr und einer entsprechenden Gruppe ohne Druckabfall (Caird et al.: Br. Heart J. 35: 527 - 530, 1973)

Caird et al. fanden nur bei hochgradigem Blutdruckabfall von mehr als 30 mm Hg eine signifikante Häufung bei Patienten mit Varikosis.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit befaßt sich mit der Frage, in welchem Umfang orthostatische Spätregulationsstörungen im höheren Lebensalter auftreten und ob für diese Altersgruppe typische Erscheinungsformen festzustellen sind.

Die Untersuchungen wurden mittels eines modifizierten Stehtestes nach Schellong an 150 klinisch gesunden Probanden im Alter von 63 - 91 Jahren durchgeführt.

Die Einteilung der Regulationsstörungen erfolgte - unter Berücksichtigung des Verhaltens von Herzfrequenz und Blutdruck - nach den Definitionen von Schellong, Delius und Thulesius. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien fanden sich folgende Ergebnisse:

1. Bei 18,7 % der Versuchspersonen trat eine orthostatische Regulationsstörung auf. Voraussetzung hierfür war, daß in mindestens zwei der drei Parameter systolischer Blutdruck, diastolischer Blutdruck und Herzfrequenz ein Verhalten gemäß einer der drei oben genannten Definitionen vorlag.
2. Ein signifikanter Unterschied bei der vergleichenden Betrachtung der einzelnen Altersgruppen fand sich im wesentlichen nicht.
3. Der durchschnittliche systolische Blutdruck während des Orthostasetestes stieg mit zunehmendem Alter an.

4. Ein Zusammenhang des Auftretens orthostatischer Regulationsstörungen mit dem Blutdruck in Ruhe fand sich nicht.
5. Die Mittelwerte des diastolischen Blutdruckes in den einzelnen Altersgruppen lagen im wesentlichen auf demselben Niveau.
6. Die deutlichste Abnahme des Blutdruckamplitude beim Aufstehen trat mit 8,1 mm Hg in der Gruppe der 80 - 84-jährigen auf.
7. Für die Herzfrequenz fanden sich keine signifikanten Unterschiede beim Vergleich der benachbarten Altersgruppen. Der Puls lag bei den 70 bis 74-jährigen am höchsten und fiel dann mit zunehmendem Alter ab.

Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die orthostatischen Regulationsstörungen im Alter häufig sind, ohne jedoch eine alterstypische Reaktionsweise erkennen zu lassen.

VI. ANHANG

Abbildungen 13 - 22

Tabellen 3 - 7

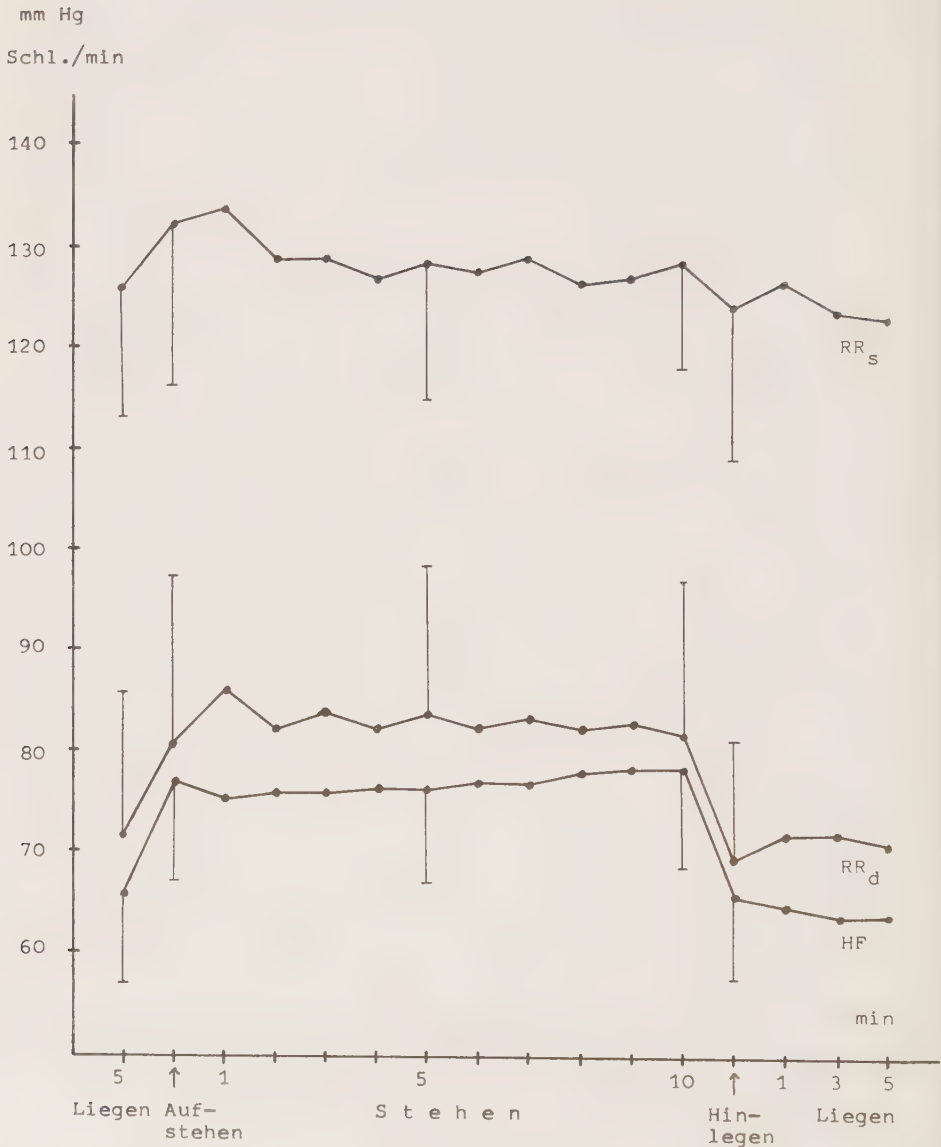


Abb. 13: Blutdruck (RR_s, RR_d) und Herzfrequenz (HF) der Gruppe 63 - 69 Jahre.

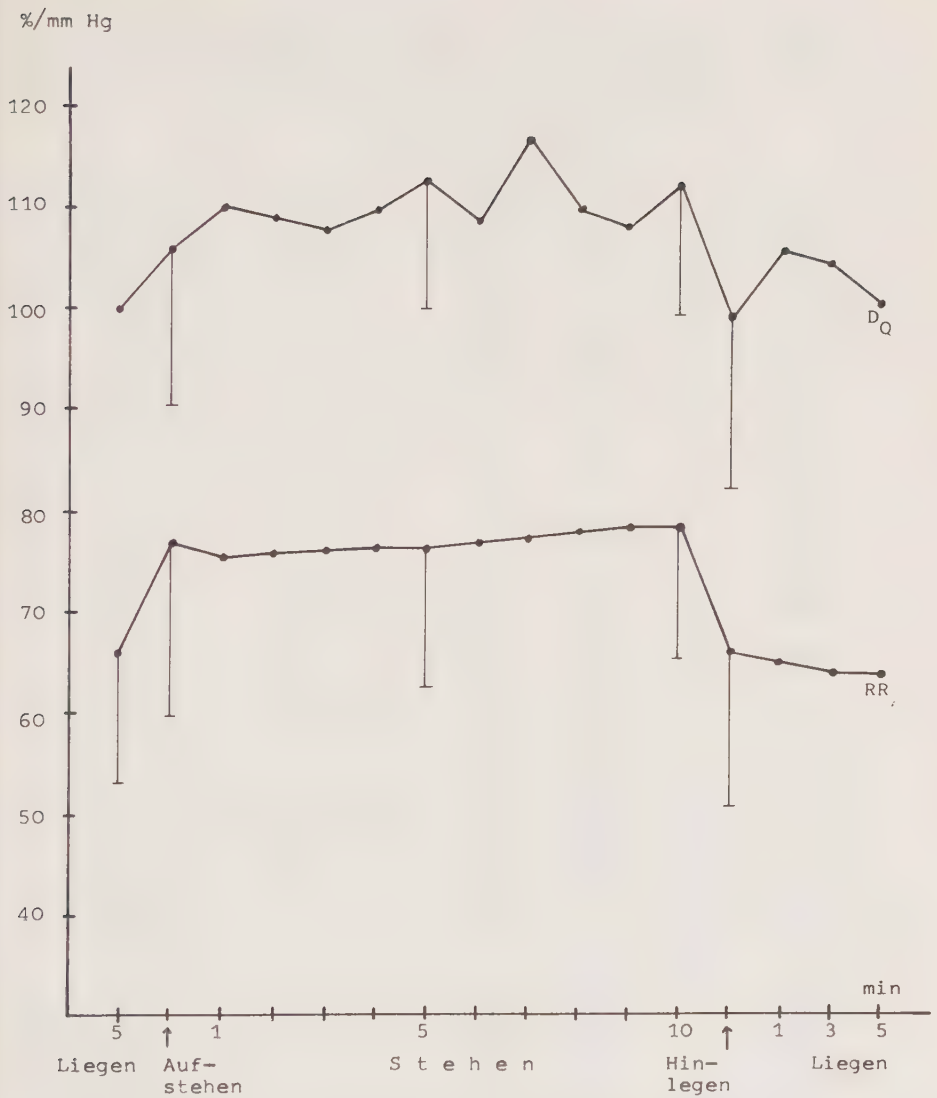


Abb.14: Dikrotiequotient (DQ) und Blutdruckamplitude (RR_A)
der Gruppe 63 - 69 Jahre.

Tab. 3: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) für
Blutdruck (RR_s , RR_d), Blutdruckamplitude (RR_A),
Herzfrequenz (HF) und Dikrotiequotient (DQ)
in der Gruppe 63 - 69 Jahre

63 - 69 Jahre		RR_s	RR_d	RR_A	HF	DQ
5 min liegen	$\bar{x}$	125,94	71,88	53,44	65,81	100,00
	s	12,55	14,13	11,79	8,33	100,00
Aufstehen	$\bar{x}$	132,67	81,00	51,70	76,90	106,20
	s	16,02	16,50	16,97	9,70	15,50
1 min stehen	$\bar{x}$	133,70	85,90	47,80	75,70	110,30
	s	18,50	15,60	14,70	8,90	10,40
2 min stehen	$\bar{x}$	129,30	82,70	46,70	75,90	109,30
	s	11,50	14,90	9,60	9,40	13,10
3 min stehen	$\bar{x}$	129,00	84,30	64,70	76,30	108,30
	s	11,70	15,10	13,02	9,10	13,90
4 min stehen	$\bar{x}$	127,00	82,70	44,30	76,50	110,00
	s	12,90	12,70	12,90	8,60	21,90
5 min stehen	$\bar{x}$	128,70	84,30	64,30	76,70	113,10
	s	13,20	14,50	14,10	9,01	12,40
6 min stehen	$\bar{x}$	127,70	82,70	45,30	77,40	109,20
	s	13,30	14,10	12,60	7,70	15,50
7 min stehen	$\bar{x}$	129,30	83,70	45,70	77,70	117,30
	s	12,40	14,30	12,50	8,20	21,50
8 min stehen	$\bar{x}$	126,70	82,70	44,00	78,10	110,10
	s	11,60	14,50	13,40	9,20	14,60
9 min stehen	$\bar{x}$	127,30	83,30	44,30	78,50	108,50
	s	12,10	14,70	15,40	9,01	16,20
10 min stehen	$\bar{x}$	128,70	82,30	46,30	78,40	114,80
	s	10,30	14,60	13,20	9,40	13,10
Hinlegen	$\bar{x}$	124,00	69,70	54,70	66,30	98,90
	s	15,10	11,60	15,10	7,96	16,30
1 min liegen	$\bar{x}$	126,70	72,30	54,30	65,10	105,80
	s	13,20	11,60	13,60	8,40	16,90
3 min liegen	$\bar{x}$	123,70	72,30	51,70	64,30	104,60
	s	14,80	10,80	13,30	7,60	16,10
5 min liegen	$\bar{x}$	123,00	71,30	51,70	63,80	100,80
	s	13,60	10,60	12,30	8,10	16,20

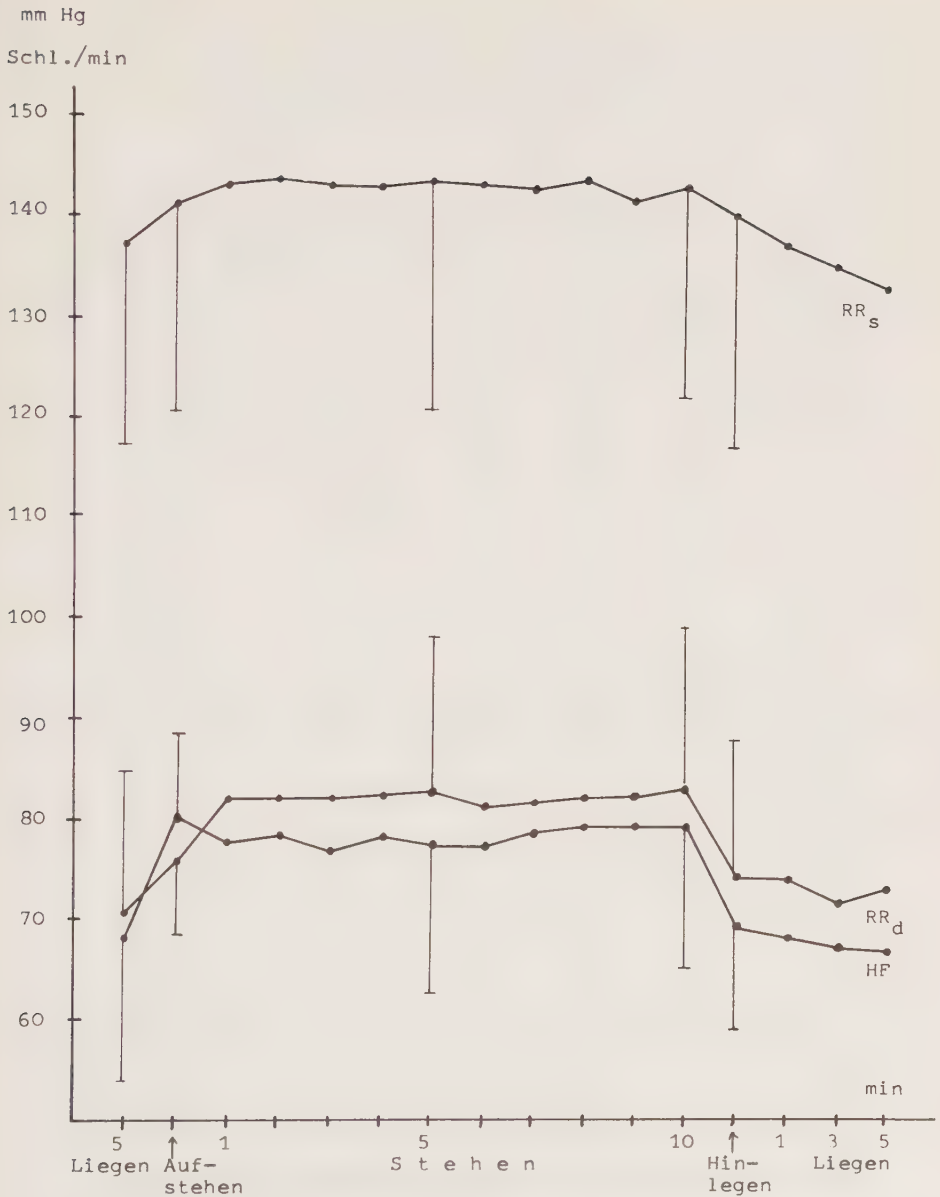


Abb.15: Blutdruck(RR_s, RR_d) und Herzfrequenz (HF) der Gruppe 70 - 74 Jahre.

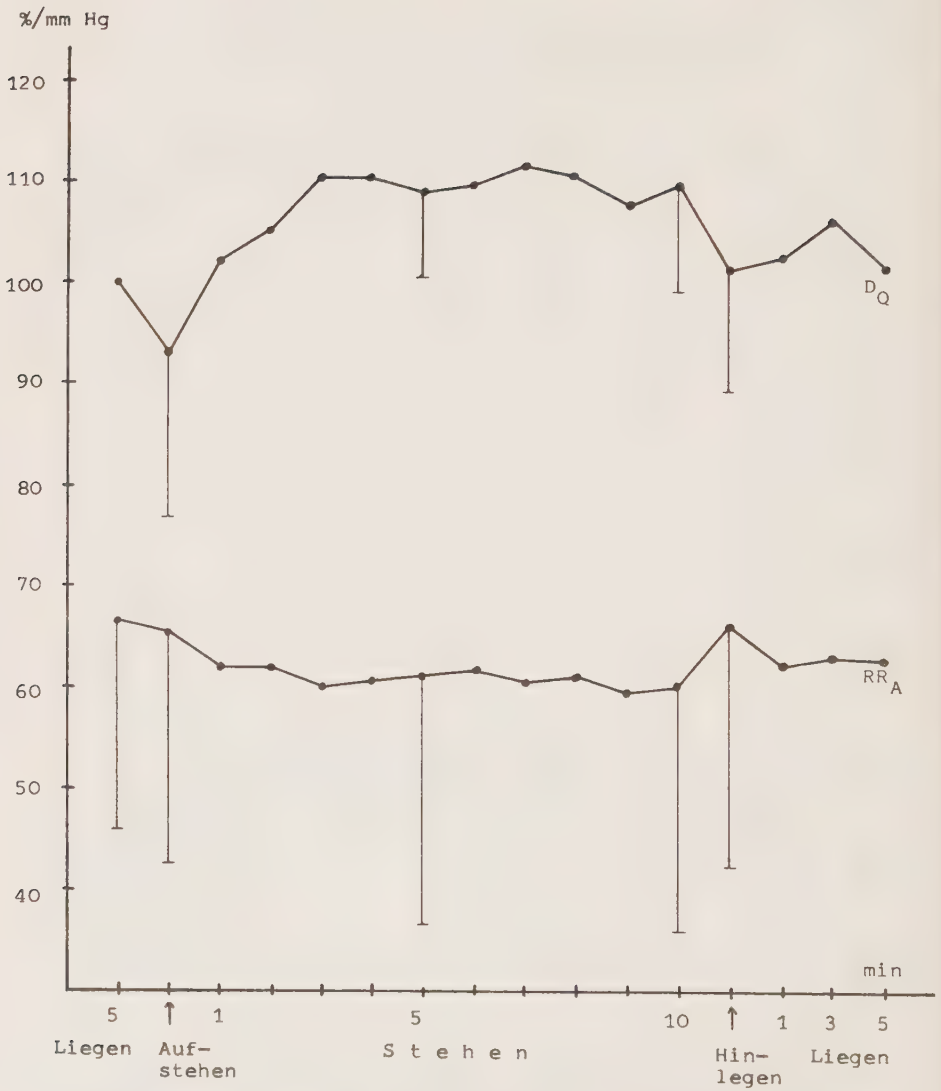


Abb.16: Dikrotiequotient (D_Q) und Blutdruckamplitude (RR_A)
der Gruppe 70 - 74 Jahre.

Tab. 4: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) für
Blutdruck (RR_s , RR_d), Blutdruckamplitude (RR_A),
Herzfrequenz (HF) und Dikrotiequotient (DQ)
in der Gruppe 70 - 74 Jahre

70 - 74 Jahre		RR_s	RR_d	RR_A	HF	DQ
5 min liegen	$\bar{x}$	137,00	70,50	66,40	68,30	100,00
	s	20,10	14,10	20,50	13,80	100,00
Aufstehen	$\bar{x}$	141,20	75,90	65,40	80,00	92,90
	s	20,70	12,80	23,30	16,60	16,10
1 min stehen	$\bar{x}$	143,20	82,10	62,00	77,70	101,80
	s	20,40	14,90	22,30	16,00	13,60
2 min stehen	$\bar{x}$	143,70	82,10	62,00	77,90	104,80
	s	21,30	13,60	23,90	15,50	14,40
3 min stehen	$\bar{x}$	143,00	82,40	60,20	76,60	110,30
	s	20,40	14,50	22,30	15,20	9,10
4 min stehen	$\bar{x}$	142,80	82,00	60,70	77,80	110,70
	s	19,80	14,90	22,90	16,60	10,40
5 min stehen	$\bar{x}$	143,70	82,60	61,10	77,20	108,80
	s	22,50	15,40	24,60	14,70	8,50
6 min stehen	$\bar{x}$	142,80	80,90	61,50	77,40	109,50
	s	22,30	15,50	23,40	15,50	10,60
7 min stehen	$\bar{x}$	142,60	81,50	60,70	78,60	111,70
	s	21,40	15,70	23,60	15,40	10,60
8 min stehen	$\bar{x}$	143,50	82,40	61,10	79,30	110,50
	s	21,10	16,30	24,70	15,30	7,70
9 min stehen	$\bar{x}$	141,70	82,00	59,60	79,30	107,70
	s	20,70	14,70	23,00	15,00	9,60
10 min stehen	$\bar{x}$	143,10	83,00	60,20	78,80	109,70
	s	21,10	15,90	24,00	14,20	10,20
Hinlegen	$\bar{x}$	140,20	74,40	65,80	69,30	101,00
	s	23,20	13,90	23,60	10,90	12,00
1 min liegen	$\bar{x}$	136,80	74,40	62,40	68,20	102,00
	s	20,90	13,10	22,10	13,50	11,50
3 min liegen	$\bar{x}$	134,80	71,70	63,10	67,20	105,90
	s	20,80	11,50	21,00	11,80	12,00
5 min liegen	$\bar{x}$	133,30	73,30	60,00	66,50	100,90
	s	20,20	12,70	19,70	11,70	13,20

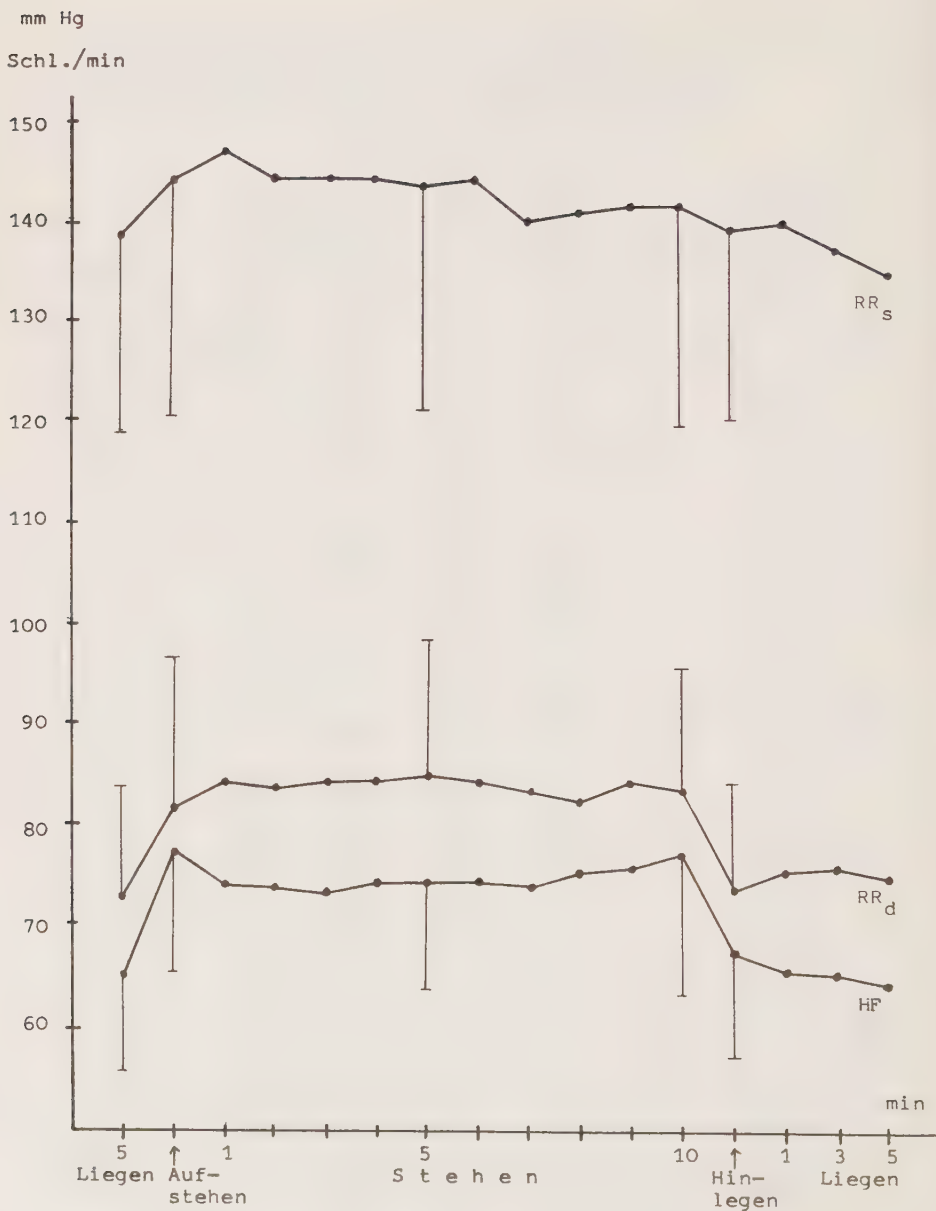


Abb. 17: Blutdruck (RR_s, RR_d) und Herzfrequenz (HF) der

Gruppe 75 - 79 Jahre.

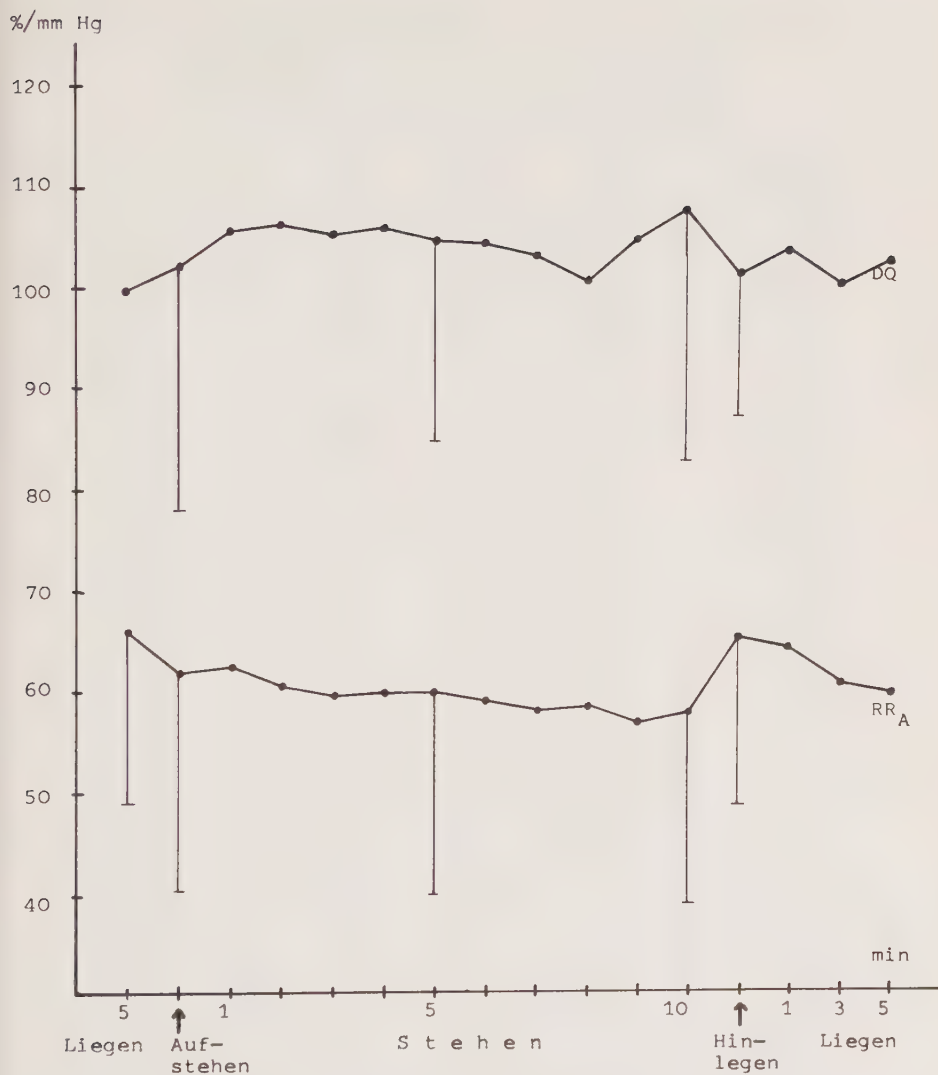


Abb. 18: Dikrotiequotient (DQ) und Blutdruckamplitude (RR_A)
der Gruppe 75 - 79 Jahre.

Tab. 5: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) für
Blutdruck (RR_s , RR_d), Blutdruckamplitude (RR_A),
Herzfrequenz (HF) und Dikrotiequotient (DQ)
in der Gruppe 75 - 79 Jahre

75 - 79 Jahre		RR_s	RR_d	RR_A	HF	DQ
5 min liegen	$\bar{x}$	132,00	73,10	65,90	65,40	100,00
	s	19,70	10,80	16,80	9,03	100,00
Aufstehen	$\bar{x}$	144,30	82,20	62,10	77,50	102,10
	s	23,50	14,30	21,40	11,70	23,80
1 min stehen	$\bar{x}$	146,80	84,40	62,40	74,30	105,90
	s	23,40	12,70	21,10	10,60	26,30
2 min stehen	$\bar{x}$	144,50	83,90	60,50	73,90	106,60
	s	22,70	12,90	20,70	10,50	21,60
3 min stehen	$\bar{x}$	144,30	84,70	59,60	73,70	105,60
	s	21,50	12,60	18,00	10,50	22,90
4 min stehen	$\bar{x}$	144,70	84,60	60,10	74,30	106,00
	s	22,10	12,60	19,00	10,50	22,30
5 min stehen	$\bar{x}$	143,40	84,80	60,20	74,50	105,00
	s	22,00	12,90	19,80	10,30	20,00
6 min stehen	$\bar{x}$	143,80	84,70	59,10	74,50	104,50
	s	21,60	12,50	18,90	10,60	22,40
7 min stehen	$\bar{x}$	139,80	83,50	58,00	74,00	103,70
	s	21,00	12,10	17,60	11,90	33,70
8 min stehen	$\bar{x}$	140,50	82,50	58,30	75,30	101,00
	s	20,30	11,60	17,90	10,60	13,70
9 min stehen	$\bar{x}$	141,70	84,50	57,20	76,20	105,10
	s	21,30	12,00	18,20	11,00	25,30
10 min stehen	$\bar{x}$	141,50	83,40	58,10	77,30	108,20
	s	21,70	12,10	18,90	13,70	25,70
Hinlegen	$\bar{x}$	139,10	173,80	65,30	67,40	101,70
	s	18,30	10,60	16,10	10,00	13,90
1 min liegen	$\bar{x}$	139,10	75,30	64,30	66,10	103,80
	s	18,40	10,80	16,10	10,30	11,70
3 min liegen	$\bar{x}$	137,00	75,80	61,20	65,60	100,70
	s	19,50	10,80	17,20	9,20	10,80
5 min liegen	$\bar{x}$	134,60	74,80	59,80	64,60	103,00
	s	18,60	10,90	16,30	9,40	11,40

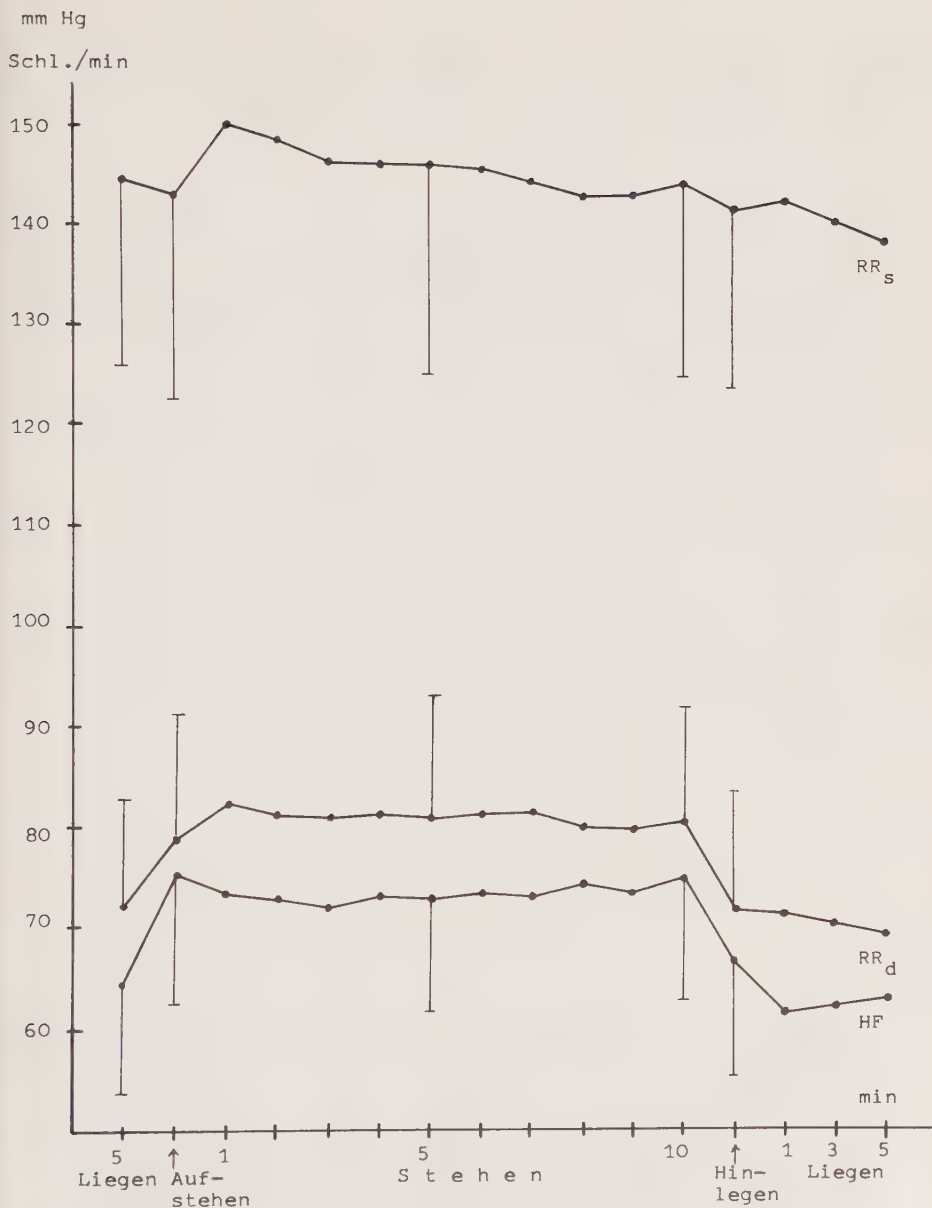


Abb.19: Blutdruck (RR_s, RR_d) und Herzfrequenz (HF) der Gruppe 80 - 84 Jahre

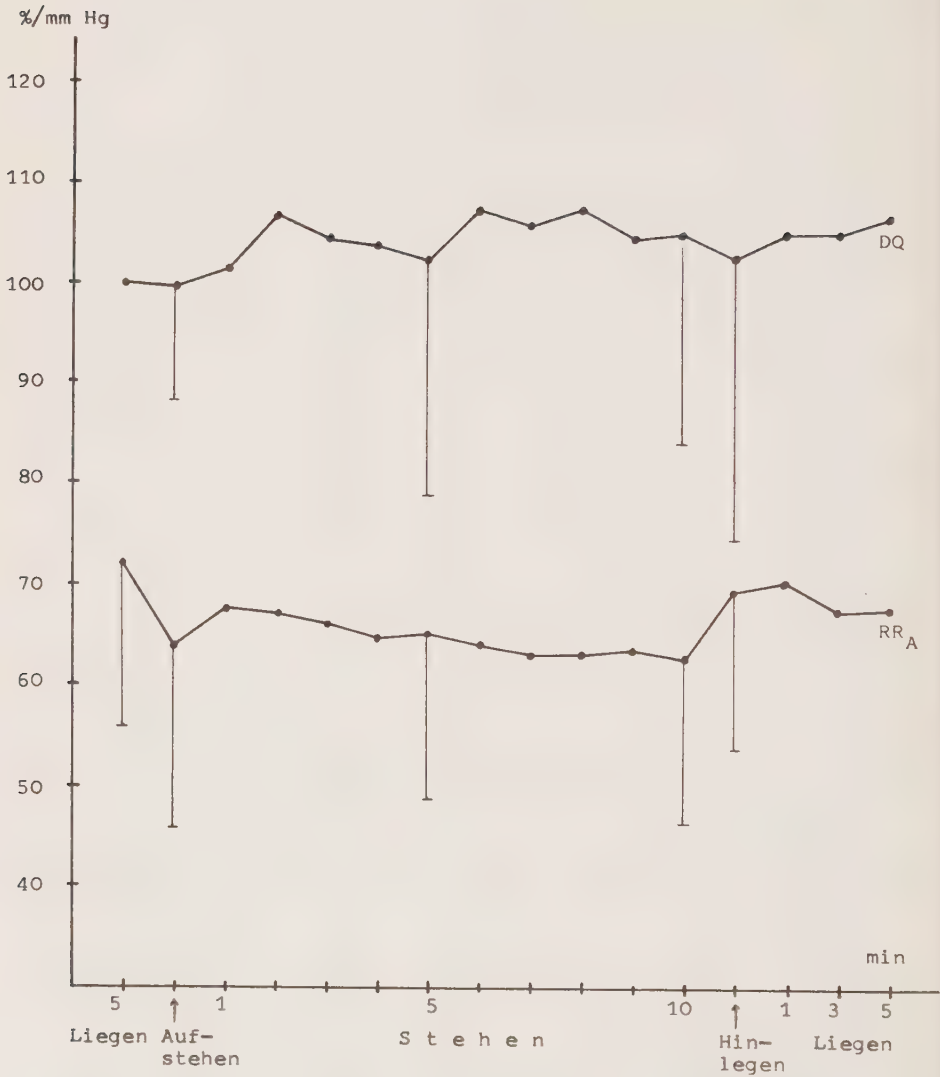


Abb.20: Dikrotiequotient (DQ) und Blutdruckamplitude (RR_A)
der Gruppe 80 - 84 Jahre.

Tab. 6: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) für
Blutdruck (RR_s , RR_d), Blutdruckamplitude (RR_A),
Herzfrequenz (HF) und Dikrotiequotient (DQ)
in der Gruppe 80 - 84 Jahre

80 - 84 Jahre		RR_s	RR_d	RR_A	HF	DQ
5 min liegen	$\bar{x}$	144,50	72,40	72,10	64,60	100,00
	s	18,00	10,70	16,10	10,60	100,00
Aufstehen	$\bar{x}$	143,20	79,20	64,00	75,30	99,60
	s	19,90	12,50	17,30	12,50	10,90
1 min stehen	$\bar{x}$	149,80	82,40	67,30	73,70	101,00
	s	19,70	12,30	15,60	12,40	13,10
2 min stehen	$\bar{x}$	148,40	81,30	67,10	73,00	106,50
	s	19,40	11,00	17,30	11,60	25,50
3 min stehen	$\bar{x}$	146,70	80,80	65,80	72,10	103,80
	s	19,70	11,60	16,90	10,10	24,70
4 min stehen	$\bar{x}$	146,10	81,50	64,50	72,80	103,30
	s	19,50	12,30	16,00	11,10	25,20
5 min stehen	$\bar{x}$	146,20	80,90	65,20	72,80	102,10
	s	20,30	11,90	16,10	11,10	22,80
6 min stehen	$\bar{x}$	145,60	81,50	64,00	73,50	107,00
	s	19,90	10,70	16,90	10,70	29,10
7 min stehen	$\bar{x}$	144,50	81,30	63,20	73,20	105,30
	s	19,80	11,00	15,90	10,70	25,20
8 min stehen	$\bar{x}$	143,20	80,10	63,10	74,40	106,90
	s	19,10	12,00	14,80	12,50	25,70
9 min stehen	$\bar{x}$	143,20	80,00	63,40	73,30	104,10
	s	19,10	11,10	16,60	10,30	24,60
10 min stehen	$\bar{x}$	143,80	80,70	62,60	75,00	104,40
	s	19,00	11,60	16,00	11,80	20,50
Hinlegen	$\bar{x}$	141,50	72,10	69,40	66,30	102,10
	s	17,60	11,90	14,90	10,80	27,60
1 min liegen	$\bar{x}$	142,70	71,40	69,90	61,30	104,70
	s	18,60	16,30	15,70	16,60	25,10
3 min liegen	$\bar{x}$	140,70	70,70	67,10	62,20	104,40
	s	17,80	16,20	17,90	14,20	25,70
5 min liegen	$\bar{x}$	138,40	69,40	67,40	63,10	106,10
	s	18,80	14,20	16,60	9,50	25,40

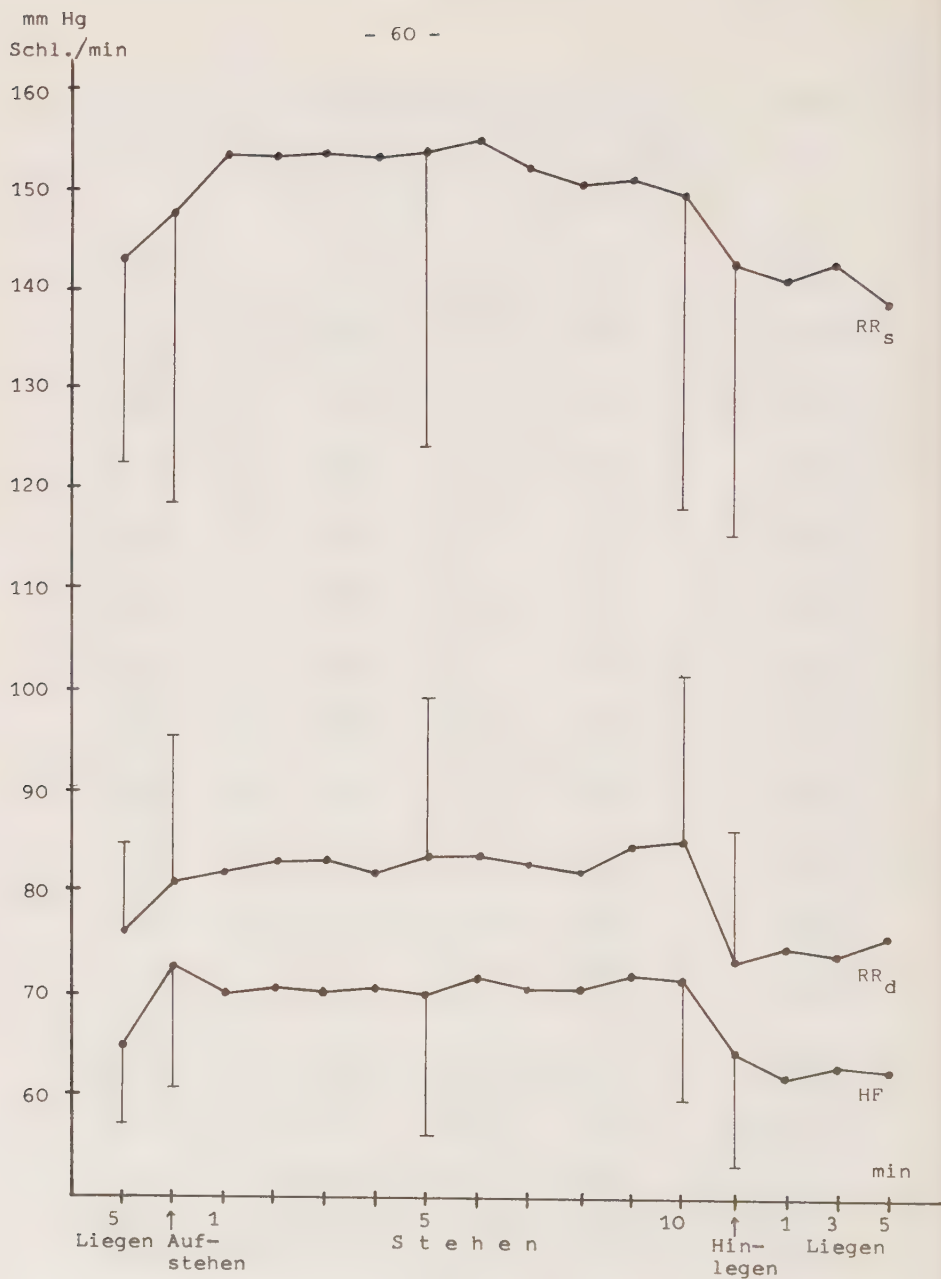


Abb. 21: Blutdruck (RR_s , RR_d) und Herzfrequenz (HF) der Gruppe 85 - 91 Jahre.

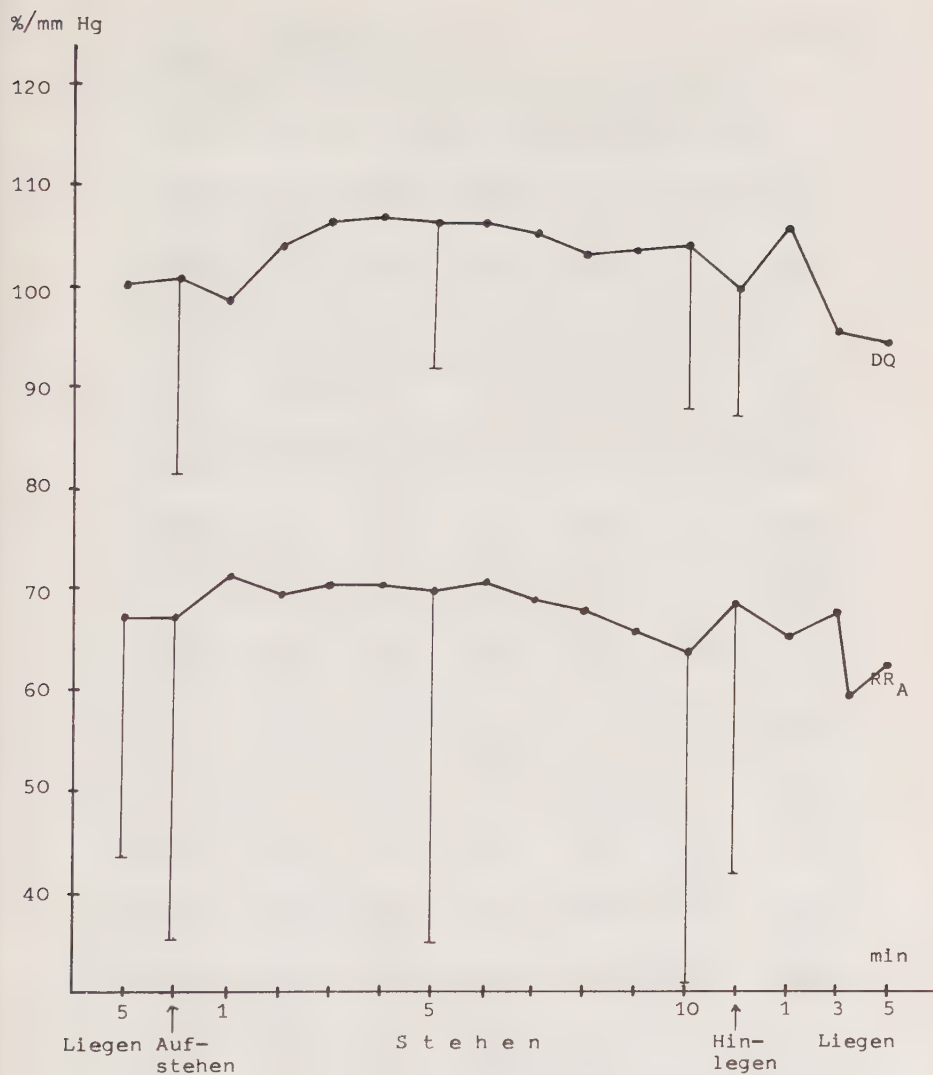


Abb. 22: Dikrotiequotient (DQ) und Blutdruckamplitude (RR_A)
der Gruppe 85 - 91 Jahre

Tab. 7: Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichung (s) für
Blutdruck (RR_s , RR_d), Blutdruckamplitude (RR_A),
Herzfrequenz (HF) und Dikrotiequotient (DQ)
in der Gruppe 85 - 91 Jahre

85 - 91 Jahre		RR_s	RR_d	RR_A	HF	DQ
5 min liegen	$\bar{x}$	142,90	76,10	66,80	64,60	100,00
	s	20,30	8,80	23,50	7,90	100,00
Aufstehen	$\bar{x}$	147,50	80,70	66,80	72,40	100,40
	s	29,01	14,40	31,30	11,60	18,80
1 min stehen	$\bar{x}$	153,20	82,10	71,10	70,20	98,70
	s	28,70	14,20	33,90	9,99	14,20
2 min stehen	$\bar{x}$	152,90	83,20	69,60	70,60	103,90
	s	28,80	15,10	33,80	10,70	17,90
3 min stehen	$\bar{x}$	153,60	83,20	70,40	69,90	106,30
	s	29,40	15,40	34,20	10,70	14,60
4 min stehen	$\bar{x}$	152,90	82,10	70,70	70,30	106,90
	s	29,70	15,90	35,60	12,20	15,10
5 min stehen	$\bar{x}$	153,60	83,60	70,00	70,10	106,50
	s	29,10	15,60	35,03	13,60	14,30
6 min stehen	$\bar{x}$	154,30	83,60	70,70	71,60	106,30
	s	32,60	17,40	39,70	12,50	17,10
7 min stehen	$\bar{x}$	152,10	83,20	68,90	70,30	105,50
	s	30,20	16,01	34,80	12,50	17,90
8 min stehen	$\bar{x}$	150,00	82,10	67,90	70,70	103,30
	s	30,30	16,30	36,20	12,50	23,20
9 min stehen	$\bar{x}$	150,40	84,30	66,10	71,90	103,90
	s	31,20	17,10	37,30	11,80	14,70
10 min stehen	$\bar{x}$	148,90	85,00	63,90	71,70	104,50
	s	30,60	16,50	34,20	11,50	16,20
Hinlegen	$\bar{x}$	141,80	72,90	68,90	64,40	100,10
	s	26,50	12,97	27,05	10,90	12,60
1 min liegen	$\bar{x}$	140,40	74,60	65,70	62,00	106,40
	s	24,10	11,80	25,20	13,20	24,50
3 min liegen	$\bar{x}$	141,80	73,90	67,90	62,90	96,20
	s	23,99	11,30	25,60	10,60	5,80
5 min liegen	$\bar{x}$	137,90	75,40	62,50	62,70	94,80
	s	23,80	8,40	23,90	9,60	9,40

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Bachmann, K., R. Zerzawy: Sympathomimetika und Orthostasesyndrom. In: Dengler, H.: "Das Orthostasesyndrom", S. 143, Schattauer-Verlag, Stuttgart (1974).
2. Barbey, K.: Experimentelle Untersuchungen über Kreislaufregulationen am Menschen. Habilitationsschrift, Tübingen (1960).
3. Barbey, K., P. Barbey: Die Blutverschiebung in die unteren Extremitäten bei der akuten orthostatischen Kreislaufbelastung. Med. Welt 17, 1693 (1966).
4. Barbey, K., K. Brecht, W. Kutscha: Über die orthostatische Sofortregulation. Med. Welt 17, 1648 (1966).
5. Barbey, K., H. de Marées: Pathophysiologie und Diagnostik der orthostatischen Frühregulation. In: Schneider, K. W.: "Die venöse Insuffizienz", Verlag G. Witztrock, Baden-Baden (1972).
6. Bevegård, S., A. Holmgren, B. Jonsson: The effect of body position on the circulation at rest and during exercise, with special reference to the influence on the stroke volume. Acta physiol. scand. 49, 279 (1960).
7. Böhm, C.: Hypotonie und orthostatisches Syndrom. Krankheitswert und Therapie aus der Sicht der Praxis. Internist 14, 511 (1973).
8. Brehm, H., K. Wetzler: Untersuchungen zur Frage der Kreislaufregulation des Menschen bei Wechsel der Körperlage. Zeitschr. f. exper. Med. 120, 481 (1953).
9. Caird, F. I., G. R. Andrews, R. D. Kennedy: Effect of posture on blood pressure in the elderly. Br. Heart J. 35, 527 (1974).
10. Ceasar, K., G. Hensel: Verhalten von Kreislauf und EKG während der orthostatischen Sofortregulation. Med. Welt 17, 1834 (1966).
11. Christian, P.: Vegetative Regulationsstörungen. In: Schettler, G.: "Innere Medizin", S. 233, Thieme-Verlag, Stuttgart (1976).
12. Delius, L.: Vegetative Regulationsstörungen des Herzens und des Kreislaufes. Z. Kreisl.-Forsch. 47, 346 (1958).
13. Delius, L.: In Diskus. zu Thulesius, O.: Die Diagnose der orthostatischen Hypotonie anhand einfacher Kreislaufparameter. In: Dengler, H.: "Das Orthostasesyndrom", S. 188, Schattauer-Verlag, Stuttgart (1974).

14. Frey, J.: Zeitschr. f. Kreislauff., 35, 143 (1940).
15. Gauer, O. H., J. P. Henry: Beitrag zur Homöostase des extrakraniellen Kreislaufs. Volumenregulation als unabhängiger physiologischer Parameter. Klin. Wschr. 34, 356 (1956).
16. Golenhof, K., G. Hildebrandt: Die Reaktion der menschlichen Muskelgefäße auf Durchblutungsdrösselung. Pflügers Arch. ges. Physiol. 264, 492 (1957).
17. Huep, W. W., E. F. Gersmeyer: Hypotone Regulationsstörungen des Kreislaufes. Med. Klinik 64, 2009 (1969).
18. Jarmatz, H., H. de Marées, G. Kunitsch: Zur Normierung der orthostatischen Belastung unter Labor- und Routinebedingungen. Med. Welt 38, 1789 (1976).
19. Johnson, R. H., A. C. Smith, J. M. K. Spalding, L. Wollner: Effect of posture on blood-pressure in elderly patients. Lancet i.: 731 (1965).
20. Klensch, H.: Pflügers Archiv, 270, 68 (1959).
21. Lang, E., R. Kessel, A. Weigl: Die Hypotonie. In: consilium aktuell, CEDIP-Verlag, München (1977).
22. De Marées, H.: Veränderungen des Rumpfbloodvolumens bei orthostatischer Kreislaufsofortregulation. Blutverschiebung, Venentonus und Temporalispuls bei orthostatischer Sofortregulation. Ärztl. Forsch. 24, 249 (1970).
23. De Marées, H.: Hämodynamik der orthostatischen Sofortregulation. In: Dengler, H.: "Das Orthostasesyndrom", S. 25, Schattauer-Verlag, Stuttgart (1974).
24. Kunitsch, G., H. de Marées, K. Barbey: Untersuchung über Kreislaufregulation während der orthostatischen Anpassungsphase. Verhalten von Herzvolumen und anderen Kreislaufgrößen während akuter orthostatischer Belastung. Basic Res. Cardiol. 69, 278 (1974).
25. De Marées, H., H. Jarmatz: Zur Normierung der orthostatischen Belastung. Verhalten von versacktem Volumen, arteriellem Einstrom und Herzfrequenz bei verschiedenen orthostatischen Belastungen. Med. Welt 27, 1784 (1976).
26. De Marées, H.: Diagnose orthostatischer Regulationsstörungen. Kurzmonographien Sandoz 19 (1977).
27. Mechelke, K., Christian P.: Vegetative Herz- und Kreislaufstörungen. In: V. Bergmann, Frey und Schwegk: Handbuch d. Inn. Med., Springer-Verlag, Berlin (1960).

28. Michel, D.: Orthostatische Kreislaufbelastung und -insuffizienz. Internist 3, 516 (1962).
29. Rieckert, H.: Das Orthostasesyndrom. Kurzmonographien Sandoz 6 (1972).
30. Rieckert, H.: Die Physiologie der orthostatischen Regulation. Cardiology 61 (Suppl. 1), 69 (1976).
31. Rodstein, M., Zeman, F. D.: Postural blood pressure changes in the elderly. J. chron. Dis. 6, 581 (1957).
32. Schellong, F., B. Lüderitz: Regulationsprüfung des Kreislaufes. Steinkopff-Verlag, Darmstadt (1954).
33. Schmidt-Voigt: Über orthostatische Kreislaufstörungen. Die Therapiewoche 4, 143 (1954).
34. Siegenthaler, W.: Klinische Pathophysiologie, S. 632. Thieme-Verlag, Stuttgart (1976).
35. Sjöstrand, T.: Acta med. scandinavia, 145, 155 (1953).
36. Ströder, U.: In Diskus. zu Thulesius, O.: Die Diagnose der orthostatischen Hypotonie anhand einfacher Kreislaufparameter. In: Dengler, H.: "Das Orthostasesyndrom", S. 189, Schattauer-Verlag, Stuttgart (1974).
37. Thulesius, O.: Die Diagnose der orthostatischen Hypotonie anhand einfacher Kreislaufparameter. In: Dengler, H.: "Das Orthostasesyndrom", S. 177, Schattauer-Verlag, Stuttgart (1974).
38. Valentin, H., K. P. Holzhauser: Funktionsprüfung von Herz und Kreislauf. Deutscher Ärzte Verlag (DÄV), Köln-Lövenich (1976).

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof.
Dr. med. E. Lang für die Bereitstel-
lung des Themas und die freundliche
Unterstützung bei der Durchführung
der Arbeit.

Lebenslauf

Am 11. Mai 1954 wurde ich, Reinhold Kütt, als Sohn des Dipl.-Ing. Otto Kütt und seiner Ehefrau Hiltrud, in Nürnberg geboren.

Von 1960 bis 1964 besuchte ich die Volksschule und wechselte anschließend auf das Melanchthon-Gymnasium in Nürnberg über, wo ich im Mai 1973 die Reifeprüfung ablegte.

Mein Medizinstudium in Erlangen begann ich im Wintersemester 1973/74. Die Ärztliche Vorprüfung bestand ich im März 1976.

Nach erfolgreicher Ablegung des 1. und 2. Teils der Ärztlichen Prüfung 1977 und 1979, beendete ich mein Studium im April 1980 mit dem 3. Teil der Ärztlichen Prüfung. Die Approbation als Arzt wurde mir am 23.4.1980 erteilt.

